

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Інженерно-фізичний факультет  
Кафедра ливарного виробництва чорних і кольорових металів

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ М.М. Ямшинський  
(підпис) (ініціали, прізвище)

“\_\_\_” грудня 2019 р.

**Магістерська дисертація  
на здобуття ступеня магістра**

зі спеціальності 136 – Металургія  
(код і назва)

на тему: Ливарний комплекс машинобудівного заводу з розробленням технології виготовлення виливків з залізвуглецевих сплавів

Виконав: студент 2 курсу, групи ФЛ-81мп  
(шифр групи)

\_\_\_\_\_ Зверєв Олександр Віталійович \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Науковий керівник к. т. н., доцент Гурія І.М. \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант з економічної частини к.е.н., доцент Нарасєвський С.В. \_\_\_\_\_  
(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Консультант з нормоконтролю к. т. н., доцент Федоров Г.Є. \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент старший викладач Прилуцький М.І. \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Київ – 2019 року

- ## 1. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	к.т.н., доцент Федоров Г.Є.		
Економічна частина	к.е.н., доцент Нараєвський С.В.		

7. Дата видачі завдання 3 вересня 2019 року

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Переддипломна практика	02.09...27.10.2019р.	
2	Аналіз виробничої програми. Режим роботи	02.09...15.11.2019р.	
3	Розраховування основних відділень цеху	02.09...27.10.2019р.	
4	Розроблення технології ливарної форми	02.09...27.10.2019р.	
5	Розраховування спеціального завдання	16.11...25.11.2019р.	
6	Виконання графічної частини проекту	26.11...30.11.2019р.	
7	Виконання розділів з охорони праці та економічної частини	01.12...02.12.2019р.	
8	Оформлення дипломного проекту	03.12...04.12.2019р.	
9	Рецензування дипломного проекту	05.12...06.12.2019р.	
10	Захист дипломного проекту	10.12.2019р.	
11	Аналіз виробничої програми. Режим роботи	10.12...17.12.2019р.	
12	Розраховування основних відділень цеху	19.12.2019р.	

Студент

\_\_\_\_\_ ( підпис )

О.В. Зверєв

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ ( підпис )

І.М. Гурія

ВІДОМІСТЬ МАГІСТЕРСЬКОЇ ДЕСЕРТАЦІЇ

Індекс позиції	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	ФЛ81мп.8106.1110.000	Пояснювальна записка		
3	A1	ФЛ81мп.8106.1110.001	План цеху	1	
4	A1	ФЛ81мп.8106.1110.002	Розріз цеху	1	
5	A1	ФЛ81мп.8106.1110.003	Корпус муфти	1	
6	A1	ФЛ81мп.8106.1110.004	Прес форма Корпус муфти	1	
7	A1	ФЛ81мп.8106.1110.005	Шків	1	
8	A1	ФЛ81мп.8106.1110.006	Модель	1	
9	A1	ФЛ81мп.8106.1110.007	Форма у зборі	1	

				ФЛ81мп.8106.1110.000		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Розробник	Карповський Д.О.			ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Лютий Р.В.					
Консультант					ІФФ, ФЛ81мп	
Н/контроль	Федоров Г.Є.					
Зав. кафедри	Ямшинський М.М.					

**Пояснювальна записка**  
**НА МАГІСТЕРСЬКУ ДИСЕРТАЦІЮ СТУДЕНТУ**

на тему: Ливарний комплекс машинобудівного заводу з розробленням технології  
виготовлення виливків з залізовуглецевих сплавів

## РЕФЕРАТ

Магістерська робота: 115 сторінок, таблиць 57, 2 додатка.

Об'єкт проекту – ливарний комплекс машинобудівного заводу, промислового литва та технологія виготовлення виливка.

Предмет проектування – розроблення технологічного процесу виготовлення виливків, організація виробничих відділень ливарного цеху, впровадження сучасних технологій виготовлення виливків.

Результати проектування – розроблення технології виготовлення виливків «Кронштейн», «Штуцер».

Результати проектування можуть бути рекомендовані для впровадження при виготовленні промислових виробів із сталевих сплавів в умовах мало серійного виробництва.

У дипломному проекті проведено основні розрахунки з організаційно-економічних чинників та приведені основні заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях із забезпеченням належних умов праці.

## ІНЕРЦІЙНА РЕШІТКА, ПРЕС-ФОРМА

					ФЛ81.8104.1110.000. ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РЕФЕРАТ	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Зверев О.В.						
Перевір.		Гурия І.М.						
Н. Контр.		Федоров Г.Є.				ІФФ, ФЛ81мп		
Затв.								

## ABSTRACT

Master's thesis: 115 pages, tables 55, 2 applications.

The object of the project is a foundry complex of a machine-building plant, industrial casting and casting technology.

The subject of design is development of technological process of casting production, organization of production departments of foundry shop, introduction of modern technologies of casting production.

The results of the design - the development of technology for the production of castings "Bracket", "Stucer".

The design results can be recommended for implementation in the manufacture of industrial steel alloy products in conditions of small-scale production.

The diploma project carried out basic calculations on organizational and economic factors and outlined basic measures for occupational safety and health in emergency situations with the provision of proper working conditions.

INERTIAL GRILL, PRESS FORM

					ФЛ81.8104.1110.0006.ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	13
1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ.....	16
1.1 Виробнича програма.....	16
1.2 Характеристика виробництва і вибір технології виготовлення виливків.....	18
2 РЕЖИМ РОБОТИ ТА ФОНДИ ЧАСУ .....	20
3 РОЗРАХУНОК ВИРОБНИЧИХ ВІДДІЛЕНЬ КОМПЛЕКСУ.....	23
3.1 Плавильне відділення.....	23
3.1.2 Річна потреба шихтових матеріалів.....	25
3.2 Формувально-складально-заливально-вибивальне відділення .....	27
3.2.2 Розрахунок парку опок.....	29
3.3 Відділення лиття за моделями, що витоплюються.....	31
3.3.1 Модельна ділянка.....	31
3.4 Стрижневе відділення.....	33
3.4.1 Вибір і розрахунок технологічного устаткування.....	35
3.5 Сумішоприготувальне відділення.....	37
3.5.1 Вибір і розрахунок технологічного устаткування.....	38
3.6 Розрахунок відділення фінішних операцій.....	41
4 ДОПОМІЖНІ ВІДДІЛЕННЯ, ДІЛЯНКИ ТА СЛУЖБИ КОМПЛЕКСУ.....	44
4.1 Цехові комори для зберігання допоміжних матеріалів, інструменту та одягу.....	45
4.2 Майстерні для ремонту модельної оснастки .....	45
4.3 Ремонтно – механічна майстерня для устаткування .....	46
4.4 Санітарна та технічна майстерня.....	46
4.5 Електроремонтна майстерня .....	47
4.6 Цехові лабораторії.....	48

					ФЛ81.8104.1110.0006.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЗМІСТ		
Розроб.		Зверев О.В.					
Перевір.		Гурія І.М.					
Н. Контр.		Федоров Г.Є.					
Затв.					НТУУ «КПІ», ІФФ		



4.7	Складське господарство.....	49
5	ВНУТРІШНЬОЦЕХОВИЙ ТРАНСПОРТ.....	50
6	ЕНЕРГЕТИЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ.....	53
7	АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА.....	55
7.1	Загальні положення.....	55
7.2	Архітектурна частина.....	56
7.3	Будівельні конструкції.....	57
7.3.1	Фундамент.....	58
7.3.2	Стіни.....	58
7.3.3	Колони.....	58
7.3.4	Вікна й двері.....	59
7.3.5	Підлоги.....	59
7.3.6	Покриття.....	60
7.3.7	Покрівля.....	60
7.4	Побутові та адміністративні приміщення.....	61
8	РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКІВ.....	62
8.1	Технологія виготовлення виливка «Штуцер».....	62
8.1.1	Конструкція деталі.....	63
8.1.2	Припуски на механічне оброблення виливка.....	63
8.1.3	Визначення кількості виливків у формі.....	64
8.1.4	Розрахунок ливникової системи.....	66
8.1.5	Вибір модельної композиції.....	67
8.1.6	Виготовлення моделі з модельної композиції.....	69
8.1.7	Виготовлення керамічної оболонки.....	69
8.1.8	Заливання.....	70
8.1.9	Вибивання та фінішні операції.....	70
8.1.10	Термічне оброблення виливків.....	71
8.2	ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА «КРОНШТЕЙН».....	72
8.2.1	Конструкція деталі.....	72

					ФЛ81.8104.1110.0006.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8.2.2	Аналіз технологічності конструкції литої деталі.....	72
8.2.3	Вибір положення виливка у формі і визначення площини розніму .....	73
8.2.4	Припуски на механічну обробку поверхонь виливка.....	75
8.2.5	Визначення припусків на усадку сплаву.....	76
9	ОРГАНІЗАЦІЙНО - ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ.....	77
9.1	Розрахунок чисельності основних та допоміжних робітників та фондів їх заробітної плати .....	78
9.1.1	Основні робітники .....	78
9.1.2	Управлінський персонал .....	79
9.1.3	Загальна чисельність працівників .....	80
9.1.5.	Розрахунок фондів заробітної плати .....	81
9.1.6	Розрахунок показника продуктивності праці.....	81
9.1.7	Розрахунок капітальних вкладень .....	82
9.1.8	Визначення планової собівартості одиниці продукції.....	84
10	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....	85
10.1	Аналіз мікроклімату .....	85
10.2	Розрахунок освітлення .....	86
10.2.1	Розрахунок природного освітлення .....	88
10.3	Випромінювання .....	88
10.4	Джерела шуму.....	90
10.5	Загазованість та запилення.....	93
10.6	Електробезпека .....	94
10.7	Протипожежна безпека .....	95
10.8	Забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях. ....	97
11	БІЗНЕС-ПРОЕКТ.....	98
11.1	Команда.....	98
11.2	Назва проекту.....	98
11.3	Короткий опис проекту.....	99
11.4	Бізнес-модель.....	99
11.4.1	Цінний продукт.....	100

					ФЛ81.8104.1110.0006.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11.4.2 Сегмент споживачів.....	100
11.4.3 Канали збуту.....	100
11.4.4 Взаємодія з споживачами.....	101
11.4.5 Дохід (монетизація).....	101
11.4.6 Ключові види діяльності.....	102
11.4.7 Ключові ресурси.....	103
11.4.8 Ключові партнери .....	104
11.4.9 Витрати.....	105
11.5 Споживчі властивості товару.....	106
11.7 Дослідження конкурентного оточення.....	107
11.8 Маркетингова стратегія просування.....	108
11.9 Елементи фінансового плану.....	109
11.9.1 Опис бізнес-проекту.....	109
11.9.2 Опис товару послуги технології.....	110
11.9.3 Маркетинг та продаж .....	111
11.9.4 Фінансовий план.....	112
11.9.5 Резюме .....	113

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

ДОДАТКИ

					ФЛ81.8104.1110.0006.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВСТУП

Завдання ливарного виробництва — отримання так званих виливків (литі елементи з металів). Суть полягає в заливці розплавленого до рідкого стану сплаву в спеціальну форму. Лиття — один з найстаріших способів виготовлення металевих предметів. Спочатку вони виготовлялися з міді та бронзи, потім був освоєний чавун, а ще пізніше — сталь і різні сплави металів.

У ливарному виробництві основними процесами є: плавка; створення форм; заливка; охолодження; вибивка; очищення; обрубка виливків; термічна обробка; контроль якості.

Лиття набуло широкого застосування в різних галузях виробництва, але найбільшого поширення цього методу для отримання деталей спостерігається в приладобудуванні та машинобудуванні.

Технологія відливу дозволяє виготовити металевий елемент навіть найскладнішої форми. При цьому результат буде володіти високими експлуатаційними якостями і мінімальними припущеннями на обробку методом різання.

Виробництво машин постійно розвивається і вдосконалюється. Вдосконалюється і ливарне виробництво. Розроблюються новітні технології та методи литва.

Серед головних напрямків можна відзначити:

- розробка нових технологічних процесів;
- розширення вже відомих методів виробництва;

					ФЛ81.8104.1110.0006.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Зверев О.В.			ВСТУП		Літ.	Аркуш
Перевір.		Гурія І.М.						Аркушів
							13	103
Н. Контр.		Федоров Г.Є.					НТУУ «КПІ», ІФФ	
Затв.								

- створення нових виробничих машин і агрегатів;
- зниження витрат енергії та матеріалів;
- зменшення витрат часу з одночасним підвищенням продуктивності;
- поліпшення умов праці;
- досягнення мінімального впливу на екологію.

Всі ці напрямки покликані збільшити якість і ефективність виробництва. При виготовленні литих елементів для машин і приладів найчастіше звертаються до спеціальних технологій лиття, в залежності від типу плавки: в кокіль, керамічні форми, відцентрове лиття, під тиском, електрошлакове лиття. Мета даних технологій — збільшити точність відливу і отримати абсолютно рівну поверхню, яка, в ідеалі, не зажадає подальшої обробки. Також дані методи покликані отримати кінцевий результат з високими технологічними характеристиками.

На сьогоднішній день річний обсяг виробництва виливків у світі перевищує 80 млн. тон. В машинобудуванні маса литих деталей складає близько 50% маси машин і механізмів, у верстатобудуванні – близько 80%, в тракторобудуванні – приблизно 60%, а вартість і трудомісткість їх виготовлення – приблизно 25% всіх витрат на виріб. Наведені співвідношення пояснюється чисельними перевагами ливарних технологій у порівнянні з іншими способами виготовлення деталей або заготовок.

У магістерській дисертації розглянуто питання щодо вибору оптимальних технологій, високопродуктивного устаткування, найсучасніших методів контролю якості на всіх етапах виготовлення виливків, покращення умов праці, поліпшення організації і економіки виробництва, зменшення впливу на екологію.

					ФЛ81.8104.1110.0006.ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ

## 1.1 Виробнича програма

Ливарний комплекс машинобудівного заводу в аварійно-технічному центрі для виготовлення 2000 тон придатного литва за рік для власних потреб державного підприємства «Енергоатом». Розроблення та виготовлення нестандартного устаткування і спеціального оснащення, обладнання та пристроїв, що забезпечують спеціальні технології для виконання робіт з ліквідації наслідків аварій та утилізації високоактивних радіоактивних відходів на АЕС України.

Виливки мають різний характер застосування: як у відповідальних вузлах, так і невідповідальні категорії виливків. Через часту зміну номенклатури і не серійність виробництва на виготовлення моделей і форм іде значно більше часу ніж на аналогічно оснащених підприємствах.

Номенклатура виливків представлена у табл. 1.1.

Кількість виробів, які виготовляє завод за рік, розраховуємо за формулою:

$$N = \frac{G_p}{m}, \quad (1.1)$$

де  $N$  – кількість виробів кожного найменування за рік, шт.;

$G_p$  – річна потужність цеху, кг;

$m$  – сумарна маса виливків на один виріб, кг. Значення  $m$  визначаємо як алгебраїчну суму мас усіх виливків за номенклатурою, враховуючи кількість виливків кожного найменування на один готовий виріб,  $m=96,26$  кг.

					ФЛ81мп.8104.1110.000.ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ				Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Зверев О.В.									
Перевір.		Гурія І.М.								1	
									ІФФ, гр. ФЛ-81мп		
Н. Контр.		Федоров Г.Є.									
Затв.											

Таблиця 1.1 – Номенклатура виливків цеху

Індекс позиції	Код деталі	Найменування деталі	Матеріал виливка і марка сплаву	Маса виливка, кг	Кількість виливків на 1 виріб, шт	Маса виливків на 1 виріб, кг	Режим термічного оброблення
1	ФЛ-8101	Кришка корпусна	20Л	5,60	1	5,60	Нормалізація з температури 900°C, відпуск з температури 630°C
2	ФЛ-8102	Корпус щитка	20Л	5,70	1	5,70	
3	ФЛ-8103	Універсальний блок	20Л	8,50	1	8,50	
4	ФЛ-8104	Плита кріплення	20Л	8,00	1	8,00	
5	ФЛ-8105	Рамка навісна	20Л	2,70	2	5,40	
6	ФЛ-8106	Ручка кришки	20Л	0,70	1	0,70	
7	ФЛ-8107	Кришка	20Л	0,18	4	0,72	
8	ФЛ-8108	Кронштейн	20Л	0,23	4	0,92	
9	ФЛ-8109	Вентилятор	20Л	1,20	1	1,20	
10	ФЛ-8110	Корпус	20Л	5,10	1	5,10	
11	ФЛ-8111	Кришка датчика	20Л	1,80	1	1,80	
12	ФЛ-8112	Корпус датчика	20Л	2,70	1	2,70	
13	ФЛ-8113	Муфта регулювальна	20Л	0,40	4	1,60	
14	ФЛ-8114	Регулятор	20Л	0,40	1	0,40	
15	ФЛ-8115	Плита	40Л	0,68	4	2,72	Нормалізація з температури 900°C, відпуск з температури 610°C
16	ФЛ-8116	Корпус пульта перед	40Л	1,00	1	1,00	
17	ФЛ-8117	Корпус пульта	40Л	2,10	1	2,10	
18	ФЛ-8118	Защіпка боксу	40Л	0,20	1	0,20	
19	ФЛ-8119	Футляр	40Л	4,50	1	4,50	
20	ФЛ-8120	Заглушка	40Л	0,40	6	2,40	
21	ФЛ-8121	Ручка	40Л	4,30	6	25,80	
22	ФЛ-8122	Кріплення для ручки	40Л	0,80	6	4,80	
23	ФЛ-8123	Решітка вентиляційна	40Л	1,10	1	1,10	
24	ФЛ-8124	Ручка приладу	40Л	2,10	1	2,10	
25	ФЛ-8125	Чаша	40Л	1,20	1	1,20	
всього						96,26	

Підставивши дані до формули (1.1) отримуємо:

$$N = \frac{2000000}{96.26} = 20777 \text{ шт.}$$

					ФЛ81мп.8104.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За даними табл. 1.1 і зробленого розрахунку річної кількості виробів складаємо точну виробничу програму (табл. 1.2) [1].

Таблиця 1.2 – Виробнича програма ливарного цеху

Інд. поз.	Код деталі	Найменування деталі	Матеріал і марка	Маса, кг		Кількість на виріб		Річна програма випуску виливків							
				готової деталі	виливка	шт.	кг	на основі вироб		на запасні частини			всього		
								шт.	т	%	шт.	т	шт.	т	
1	ФЛ-2101	Кришкакорпусна	20Л	4,76	5,60	1	5,60	18699	104,72	10	2078	11,64	20777	116,35	
2	ФЛ-2102	Корпус щитка	20Л	4,85	5,70	1	5,70	18699	106,59	10	2078	11,84	20777	118,43	
3	ФЛ-2103	Універсальний блок	20Л	7,23	8,50	1	8,50	18699	158,94	10	2078	17,66	20777	176,60	
4	ФЛ-2104	Плита кріплення	20Л	6,80	8,00	1	8,00	18699	149,59	10	2078	16,62	20777	166,22	
5	ФЛ-2105	Рамка	20Л	2,30	2,70	2	5,40	37399	100,98	10	4155	11,22	41554	112,20	
6	ФЛ-2106	Рамка навісна	20Л	0,60	0,70	1	0,70	18699	13,09	10	2078	1,45	20777	14,54	
7	ФЛ-2107	Кришка	20Л	0,15	0,18	4	0,72	74797	13,46	10	8311	1,50	83108	14,96	
8	ФЛ-2108	Кронштейн	20Л	0,20	0,23	4	0,92	74797	17,20	10	8311	1,91	83108	19,11	
9	ФЛ-2109	Регулятор	20Л	1,02	1,20	1	1,20	18699	22,44	10	2078	2,49	20777	24,93	
10	ФЛ-2110	Корпус	20Л	4,34	5,10	1	5,10	18699	95,37	10	2078	10,60	20777	105,96	
11	ФЛ-2111	Кришка датчика 1	20Л	1,53	1,80	1	1,80	18699	33,66	10	2078	3,74	20777	37,40	
12	ФЛ-2112	Корпус датчика 2	20Л	2,30	2,70	1	2,70	18699	50,49	10	2078	5,61	20777	56,10	
13	ФЛ-2113	Муфта регулювальна	20Л	0,34	0,40	4	1,60	74797	29,92	10	8311	3,32	83108	33,24	
14	ФЛ-2114	Футляр1	20Л	0,34	0,40	1	0,40	18699	7,48	10	2078	0,83	20777	8,31	
15	ФЛ-2115	Плита	40Л	0,58	0,68	4	2,72	74797	50,86	10	8311	5,65	83108	56,51	
16	ФЛ-2116	Корпус пульта перед	40Л	0,85	1,00	1	1,00	18699	18,70	10	2078	2,08	20777	20,78	
17	ФЛ-2117	Корпус пульта тил	40Л	1,79	2,10	1	2,10	18699	39,27	10	2078	4,36	20777	43,63	
18	ФЛ-2118	Защіпка боксу	40Л	0,17	0,20	1	0,20	18699	3,74	10	2078	0,42	20777	4,16	
19	ФЛ-2119	Футляр	40Л	3,83	4,50	1	4,50	18699	84,15	10	2078	9,35	20777	93,50	
20	ФЛ-8120	Заглушка	40Л	0,34	0,40	6	2,40	112196	44,88	10	12466	4,99	124662	49,86	
21	ФЛ-8121	Ручка	40Л	3,66	4,30	6	25,80	112196	482,44	10	12466	53,60	124662	536,05	
22	ФЛ-8122	Кріплення для ручки	40Л	0,68	0,80	6	4,80	112196	89,76	10	12466	9,97	124662	99,73	
23	ФЛ-8123	Решіткавентиляційна	40Л	0,94	1,10	1	1,10	18699	20,57	10	2078	2,29	20777	22,85	
24	ФЛ-8124	Ручка приладу	40Л	1,79	2,10	1	2,10	18699	39,27	10	2078	4,36	20777	43,63	
25	ФЛ-8125	Чаша	40Л	1,02	1,20	1	1,20	18699	22,44	10	2078	2,49	20777	24,93	
Разом				96				1800				200		1999,99	

					ФЛ81мп.8104.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## 1.2 Характеристика виробництва і вибір технології виготовлення виливків

Ливарний комплекс призначений для виготовлення виливків із сталей 20Л та 40Л. Основними параметрами вибору технологічного процесу і устаткування для виготовлення виливків є: характер виробництва, маса і габарити виливків, їх клас точності, матеріал, вид виробничої програми і потужність комплексу [4].

Виходячи з вище наведеного, приймаємо, що в проектованому комплексі виготовлення виливків відбувається методом лиття у разові піщано-глинясті форми, та за моделями, що витоплюються.

Найчастіше спосіб лиття за моделями, що витоплюються використовують для виготовлення сталевих виливків складної геометрії та з великим обсягом механічної обробки, особливо при виготовленні точних виливків з важкооброблюваних сплавів.

Суттєвою перевагою даного способу є те, що ним не передбачається використання стрижнів.

За умови правильного вибору номенклатури виливків для лиття за моделями, що витоплюються можна однією тонною литих заготовок замінити дві тони металопрокату і зекономити при цьому до 1000 верстато-годин у наслідок зменшення обсягу механічного оброблення [4].

Лиття за моделями, що виплавляються полягає у виготовленні моделі з матеріалу, розплавленням, або розчиненням з якого отримують нероз'ємну форму. Цей метод має ряд переваг перед іншими видами лиття, дозволяючи отримувати виливки практично з будь-яких сплавів, в тому числі зі сплавів, що не піддаються куванню, штампуванню, що ускладнюють механічну обробку; об'єднувати кілька деталей в одну для поліпшення конструкції і працездатності виробу; виготовляти зі сталей та інших сплавів виливки розмірами по 5...7 класу точності і шорсткості по 3...6 класу чистоти. Застосування лиття за моделями, що виплавляються для отримання деталей, що виготовлялися раніше шляхом складної механічної обробки, знижує трудомісткість такої обробки в два рази і більше, зменшує витрату металу і скорочує вартість готових деталей [5].

					ФЛ81мп.8104.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2 РЕЖИМ РОБОТИ ТА ФОНДИ ЧАСУ

Режим роботи цеху визначається виконанням операцій технологічного процесу виготовлення виливків у часі. Від прийнятого режиму роботи залежить організація виробничого процесу. Найкращим режимом роботи являється такий режим, коли всі технологічні операції виконуються одночасно на різних виробничих дільницях. Найбільш оптимальним є двозмінний режим. Але, враховуючи специфіку роботи, фактори, які обумовлюють вибір режиму роботи комплексу: маса виливка, потужність виробництва взагалі, заклади та потреби виробництва у готовій продукції, в цьому проекті приймаємо однозмінний 8-годинний режим роботи, що дозволяє оптимально використовувати устаткування та енергоресурси, та співпадає з основним режимом роботи аварійно-технічного центру.

При розрахунку фондів часу приймаємо тривалість робочої зміни 8 годин.

Календарний фонд часу роботи знаходимо за формулою:

$$\Phi_k = P \cdot D, \quad (2.1)$$

де  $\Phi_k$  – календарний фонд часу, год;

$P$  – кількість днів у році, днів;

$D$  – кількість годин у добі, год.

Підставивши дані в формулу (2.1), отримуємо:

$$\Phi_k = 365 \cdot 24 = 8760 \text{ год.}$$

					ФЛ81мп.8104.1110.000.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Зверев О.В.			РЕЖИМ РОБОТИ ТА ФОНДИ ЧАСУ		
Перевір.		Гурія І.М.					
Н. Контр.		Федоров Г.Є.					
Затв.							
					Літ.	Аркуш	Аркушів
						17	
					ІФФ, гр. ФЛ-81мп		

Номінальний фонд часу,  $\Phi_n$ , – це час, протягом якого може працювати ливарний цех за прийнятим режимом, без урахування планових і непередбачуваних утрат часу. Номінальний фонд часу розраховується за формулою:

$$\Phi_n = C \cdot \Gamma, \quad (2.2)$$

де  $\Phi_n$  – номінальний фонд часу, год;

$C$  – кількість днів у році, з урахуванням святкових та вихідних днів;

$\Gamma$  – кількість годин в залежності від кількості змін роботи, 1 зміна – 8 годин.

З урахуванням святкових і вихідних днів, приймаємо 250 робочих днів на рік. При однозмінному режимі роботи номінальний фонд роботи устаткування становить:

$$\Phi_n = 250 \cdot 8 = 2000 \text{ год.}$$

Дійсний фонд,  $\Phi_d$ , визначаємо шляхом віднімання від номінального фонду часу втрат на непередбачувані обставини, ремонт устаткування тощо.

Дійсний фонд часу розраховуємо за формулою:

$$\Phi_d = \Phi_n - B, \quad (2.3)$$

де  $\Phi_d$  – дійсний фонд, год;

$\Phi_n$  – номінальний фонд часу, год;

$B$  – витрати часу на освоєння виробництва та непередбачені втрати, год.

За умови 40-годинного робочого тижня і 4-х тижневої відпустки дійсний фонд часу для робітників становить [1]:

					ФЛ81мп.8104.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Phi_d = 2000 - (4 \cdot 40) = 1840 \text{ год.}$$

Усі дані щодо режиму роботи цеху і фондів часу наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Режими роботи ливарного цеху та фонди часу, год

Інд. поз.	Найменування відділення, ділянки, тип устаткування	Кількість робочих змін на добу	Дійсний річний фонд часу роботи, год	
			устаткування	робітника
1	Плавильне відділення з ділянкою підготовки шихти	1	1920	1840
2	Відділення лиття за моделями, що витоплюються	1	1900	1840
3	Формувально-складально-заливально-вибивальне відділення	1	1840	1840
4	Сумішоприготувальне відділення	1	1840	1840
5	Стрижневе відділення	1	1920	1840
6	Відділення фінішних операцій	1	1840	1840
7	Ділянка термічного оброблення	1	1900	1840
8	Допоміжні служби	1	1900	1840

					ФЛ81мп.8104.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3 РОЗРАХУНОК ВИРОБНИЧИХ ВІДДІЛЕНЬ ЦЕХУ

#### 3.1 Плавильне відділення

У плавильному відділенні ливарного комплексу виплавлятиметься сталь марок 20Л та 40Л. Для плавки використовують індукційні тигельні печі, завдяки яким отримують рідкі сплави високої якості, з мінімальним вмістом газів, неметалевих включень та шкідливих домішок. Індукційні печі дозволяють зменшити угар сплавів та поліпшити умови праці, завдяки конструкції та фізичним. Хімічний склад даних сталей наведено у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Хімічний склад сталей 40Л і 20Л (ГОСТ 977-88)

Марка сталі	Масова доля елемента в сплаві, %				
	C	Mn	Si	P, не більше	S, не більше
20Л	0,16...0,24	0,44...0,91	0,2...0,52	0,04	0,04
40Л	0,36...0,44	0,44...0,91	0,2...0,52	0,04	0,04

Для визначення необхідної кількості рідкого металу складаємо баланс металу, табл. 3.2.

Визначаємо годинну потребу у рідкому металі:

$$Q = V / \Phi_d, \quad (3.1)$$

де V –кількість рідкого розплаву, що виплавляється в ливарному комплексі, т/рік;

$\Phi_d$  – дійсний річний фонд часу роботи обладнання (плавильних печей), год.

					ФЛ81мп.8104.1110.000.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РОЗРАХУНОК ВИРОБНИЧИХ ВІДДІЛЕНЬ ЦЕХУ		
Розроб.		Звєрев О.В.					
Перевір.		Гурія І.М.					
Н. Контр.		Федоров Г.Є.					
Затв.					ІФФ, гр. ФЛ-81мп		
					Літ.	Аркуш	Аркушів
						13	103

Таблиця 3.2 – Баланс металу

Інд.поз.	Груповий потікабод ільниця	Придатнел итво		Ливники, зливи, брак		Рідкий метал		Угар та безповорот нівтрати		Металозавалка		Класпхтп	Спосібпла влення
		%	т/рік	%	т/рік	%	т/рік	%	т/рік	%	т/рік		
1	20Л	60	602,62	35	351,53	95	954,14	5	50,22	100	1004,36	П	Індукційна піч
2	40Л	60	597,38	35	348,47	95	945,85	5	49,78	100	995,63	П	
Всього			1199,9		700,0		1899,99		100,0		1999,99		

Підставивши дані до формули (3.1) отримуємо:

$$Q = 1999,99 / 1920 = 1,04 \text{ т/год}$$

Отже, кожну годину робочого часу на формувальну дільницю необхідно подавати 1,04 тони рідкої сталі. Піч обираємо з об'ємом тигля, продуктивність якого є найближчою до отриманого значення – піч ICT-1/0,5.

Використовуємо дані балансу металів і виконуємо розрахунок кількості плавильних агрегатів для забезпечення річної програми:

$$n = V_p \cdot K_n / \Phi_d \cdot q, \quad (3.2)$$

де N – кількість плавильних агрегатів, шт.;

$V_p$  – річна кількість рідкого розплаву по цеху, т;

$K_n$  – коефіцієнт нерівномірності виплавлення та використання рідкого металу, приймаємо  $K_n = 1,2$ ;

$\Phi_d$  – дійсний фонд часу роботи плавильних агрегатів, год;

$q$  – продуктивність плавильної установки, т/год.

За формулою (3.2) визначаємо необхідну кількість електропечей ICT:

$$n = 1999,99 \cdot 1,2 / 1920 \cdot 0,5 = 2,5$$

Таким чином, для плавки залізвуглецевої сталі, за розрахунком, обираємо три індукційні сталеплавильні тигельні печі.

					ФЛ81мп.8104.1110.000.ПЗ			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Коефіцієнт завантаження печей дорівнює:

$$K_3 = 2,5 / 3 = 0,83$$

На основі проведених розрахунків складаємо відомість розрахунку плавильних печей (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Розраховування електропечей

Дільниця, поточні лінії цеху	Марка сплаву	Потрібна кількість рідкого металу, т	Тип печі	Місткість електропечі, т	Тривалість циклу плавки, год.	Середнього динна продуктивність цеху, т/год.	Кількість електропечей		Коефіцієнт завантаження
							за розрахунком	прийнята	
1	20Л	1004,36	ІСТ-1/0,5	1	0,72	0,5	2,5	3	0,83
1	40Л	995,63							

### 3.1.2 Річна потреба шихтових матеріалів

Необхідну кількість шихтових матеріалів розраховуємо та наводимо у табл. 3.4 відповідно до даної марки сплаву з повним та частковим використанням відходів та браку.

До складу шихти для виплавлення сталей 20Л і 40Л входять такі компоненти: сталевий брухт, зворот власного виробництва, а також обов'язкові розкислювачі—феросиліцій ФС45, феромарганець ФМн0,5 (вводяться в останній період плавлення в піч) та алюміній марки А88 (вводиться частково у піч, а частково у ківш у період його нагрівання перед заповненням рідкою сталлю. Річна потреба шихтових матеріалів для виплавлення сталей марок 20Л і 40Л (табл. 3.4) розрахована за методичними вказівками для розрахунку сталеві шихти та рекомендаціями відповідної літератури.

					ФЛ81мп.8104.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.4 – Відомість витрат шихтових матеріалів

Індекс позиції	Найменування матеріалів шихти	Марка сплавів				Всього	
		Сплав 20Л		Сплав 40Л			
		%	т	%	т	%	т
1	Зворот власного виробництва	35	351,52	37	368,38	39	119,99
2	Сталевий брухт	61,2	614,66	56,2	559,54	52	1039,99
3	Чавун переробний	2	20,08	5	49,78	2,3	45,99
4	Феросиліцій ФС – 45	0,8	8,03	0,8	7,96	0,8	15,99
5	Феромарганець ФМн 1,5	0,8	8,03	0,8	7,96	0,8	15,99
6	Алюміній А88 для розкислення	0,2	2,00	0,2	1,99	5,1	101,99
7	Всього	100	1004,36	100	995,63	100	41494,59

### 3.2 Формувально-складально-заливально-вибивальне відділення

У даному відділенні виконують операції формування, складання, заливання форм, охолодження та вибивання виливків, які пов'язані між собою технологічним циклом. Трудомісткість цих операцій складає до 60% від загальної трудомісткості виготовлення виливків.

Для розрахунку кількості форм визначаємо спочатку кількість виливків у формі, а потім кількість форм за рік в залежності від кількості виливків за рік.

Виробничу програму виливків перераховуємо на річну кількість форм під заливання. Дані відображено в табл. 3.5.

					ФЛ81мп.8104.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Таблиця 3.5 – Визначення річної кількості форм

Індекспозиції	Група	Найменування	Матеріал	Масавиливків		Розміри опок, мм	Виливків у формі, шт	Масавиливків у формі, кг	Форм за рік, шт	Обєм форм, м3	
				одного, кг	на річну програму, т					Однієї	На річну програму
1	ФЛ-2101	Кришка корпусна	20Л	5,6	116,35	500x500x150/150	4	22,4	5194	0,075	389,56
2	ФЛ-2102	Корпус щитка	20Л	5,7	118,43		4	22,8	5194		389,57
3	ФЛ-2103	Універсальний блок	20Л	8,5	176,6		4	34,0	5194		389,56
4	ФЛ-2104	Плита кріплення	20Л	8	166,22		4	32,0	5194		389,58
5	ФЛ-2105	Рамка	20Л	2,7	112,2		6	16,2	6926		519,44
6	ФЛ-2110	Корпус	20Л	5,1	105,96		4	20,4	5194		389,56
7	ФЛ-2112	Корпус датчика 2	20Л	2,7	56,1		6	16,2	3463		259,72
8	ФЛ-2117	Корпус пульта тил	40Л	2,1	43,63		6	12,6	3463		259,70
9	ФЛ-8121	Ручка	40Л	4,3	536,05		6	25,8	20777		1558,28
10	ФЛ-8124	Ручка приладу	40Л	2,1	43,63		6	12,6	3463		259,70
Всього					1475,17				64063		4804,69

Результати розрахунків кількості ливарних форм на річну програму виливків заносимо до табл. 3.6.

Таблиця 3.6 – Зведена відомість кількості форм

Потокова лінія	Група виливків за масою, кг	Внутрішні розміри опок (L*B*H), мм	Річний випуск		Середньогодинна кількість форм, шт
			Виливків, т	Форм, шт	
1	До 24	550x550x170/170	1475,17	64063	35

Кількість ліній для виготовлення форм розраховуємо за формулою:

$$N = V_p / (K_b * F_d * q), \quad (3.6)$$

де  $V_f$  – кількість форм за рік, шт;

$K_b$  – коефіцієнт браку форм і виливків,  $K_b = 0,94 \dots 0,96$ ;

$q$  – циклова продуктивність лінії, форм/год;

					ФЛ81мп.8104.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Фд – дійсний фонд часу, год.

$$N=64063/(0,94*1840*50)=0,74 \text{ шт.}$$

Для виготовлення верхніх та нижніх напівформ приймаємо одну комплексну автоматичну ливарну лінію моделі КЛ91265СМ. Коефіцієнтзавантаження – 0,74. Дані заносимо до табл. 3.7.

Таблиця 3.7 – Кількість формувальних автоматів (машин)

Потокова лінія або дільниця	Найменування виливків у групі литва	Внутрішні робочі розміри опок (LxBxH), мм	Середньо-годинна кількість форм, шт	Модель або тип формувальної лінії	Продуктивність формувальної лінії	К-сть формувальних ліній		Коеф. завантаження К <sub>з</sub>
						розрахункова	прийнята	
I	До 24	550x550x170/170	35	КЛ91265СМ	50	0,74	1	0,743

### 3.2.2 Розрахунок парку опок

Розрахунок парку опок для формувального відділення ведеться в залежності від їх циклу обертання за формулою:

$$П_{оп} = (1,25 \dots 1,3) \cdot N_{ф} \cdot T, \quad (3.6)$$

де  $П_{оп}$  – розрахунковий парк пар опок на потоковій лінії, шт;

1,25...1,3 – коефіцієнт, що враховує резерв та ремонтний запас опок;

$N_{ф}$  – кількість форм, виготовлених на лінії за 1 год;

$T$  – цикл обертання опок, год. ( $T = 1 \dots 2$  год).

$$П_{оп} = 1,25 \cdot 50 \cdot 1,5 = 94 \text{ шт.}$$

					ФЛ81мп.8104.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Парк опок з розмірами на просвіт 500х500 мм складається з  $94 \cdot 2 = 188$  опок, так, як кожна форма складається з двох опок.

### 3.3 Відділення лиття за моделями, що витоплюються

#### 3.3.1 Модельна дільниця

На модельній дільниці готують модельну суміш, виготовляють моделі виливків та елементів ливникових систем, а також здійснюють складання моделей у блоки. Виготовлення модельної суміші полягає в регенерації звороту, розплавленні та змішуванні свіжих модельних матеріалів та звороту, фільтруванні отриманої суміші та її охолодженні до мінімальноприпустимої температури, за якої модельна маса знаходиться у прийнятно рухливому стані [3, 6]. Для виготовлення моделей, що витоплюються, використовує модельну суміш ПС 50-50, яка містить у собі парафін високоочищений марки В (ГОСТ 16960-71) і стеарин технічний I сорту (ГОСТ 6484-67) у співвідношенні 1:1. Перелічені операції виконуємо на установці для виготовлення модельної суміші моделі 651 [1].

Визначимо річну потребу модельної суміші, кг:

$$M_c = 1,05 \cdot 1,1 \cdot 1,2 \cdot Q_p \cdot (Y_c / Y_m), \quad (3.7)$$

де 1,05; 1,1; 1,2 – коефіцієнти, що враховують витрати суміші, брак та поломки, а також коефіцієнт запасу відповідно;

$Q_p$  – маса рідкого металу, необхідного для виконання річної програми, кг;

$Y_c$ ,  $Y_m$  – густина модельної суміші і рідкого металу відповідно, г/см<sup>3</sup>;

$Y_c = 0,925$  г/см<sup>3</sup>,  $Y_{ст} = 7,9$  г/см<sup>3</sup>.

$$M_c = 1,05 \cdot 1,1 \cdot 1,2 \cdot 524830 \cdot (925 / 8100) = 83068,92 \text{ кг}$$

					ФЛ81мп.8104.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість устаткування знаходимо за формулою:

$$N=(M_c*KH)/(\Phi_d*q), \quad (3.8)$$

де  $M_c$  – річна потреба у модельній суміші, кг;

$q$  – продуктивність, л/год.;

$\Phi_d$  – дійсний фонд часу, год.

$$N = (83068,92*1,2)/(1840*40)=1,35$$

Приймаємо 2 установки приготування модельної суміші моделі 651.

Отримання витоплюваних моделей відбувається у автоматі марки 6A54.

Модельний склад, підготовлений до роботи (розплавлений та нагрітий до 40...60 °C) у пастоподібному стані запресовується до прес-форм. Кількість одночасно встановлених на нього прес-форм з порційними шприцами дорівнює 10.

Кількість устаткування знаходимо по формулі:

$$N = (N_{\text{зап}}*KH)/(\Phi_d*q), \quad (3.9)$$

де  $N_{\text{зап}}$  – кількість запресовок;

$q$  – продуктивність;

$\Phi_d$  – дійсний фонд часу, год.

$$N=(768749,3*1,2)/(1840*115)=4,35$$

Приймаємо 5 установок.

$$K_3=4,35/5=0,85$$

					ФЛ81мп.8104.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.3.2 Дільниця виготовлення керамічних форм

На цій дільниці послідовно виконуються такі операції: підготовка матеріалів покриття, готування покриттів, нанесення їх на модельні блоки, сушіння кожного шару, виплавлення модельної суміші, встановлення керамічних форм у опоки або контейнери, засипання хнаповнювачем, прожарювання форм та підготовка їх до заливання.

Потрібна кількість суспензії складає, кг:

$$M_o = 0,6 * Q_p, \quad (3.10)$$

Де  $Q_p$  – маса придатних отриманих виливків на річну програму, кг.

$$M_o = 0,6 * 524830 = 314896,2 \text{ кг або } 220427,32 \text{ л}$$

Для приготування суспензії застосовуємо установку моделі 662А.

Визначаємо кількість установок:

$$N = (220427,3 * 1,2) / (1840 * 90) = 1,59$$

Приймаємо 2, на установку.

Для виготовлення керамічних оболонок модельні блоки занурюють у суспензію і на поверхні отримують тонку суцільну плівку суспензії, яку негайно обсипають піском.

Обсипання блоків моделей здійснюється після нанесення кожного шару суспензії у піскосипах, які утворюють псевдокиплячий шар піску. Кількість піскосипів відповідає кількості шарів суспензії і також дорівнює 5. Піскосипи мають 700 мм в діаметрі та висоту 500 мм.

Наносимо п'ять таких шарів, кожний з яких після нанесення сушимо. Для виготовлення форм застосовуємо автоматичну лінію моделі 6А63.

					ФЛ81мп.8104.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість ліній складає:

$$N=(N_6 \cdot K_H)/(\Phi_D \cdot q), \quad (3.11)$$

де  $N_6$  – кількість блоків на річну програму, шт.

$$(45398 \cdot 1,2)/(3720 \cdot 20)=0,73$$

Приймаємо 1 лінію.

Витоплювання модельної композиції з облицьованих керамічних форм проводиться в підігрітій воді при температурі 90...100 °С. Процедура відбувається у ванні марки 671М, яка входить до складу лінії виготовлення оболонкових форм.

Таблиця 3.8 – Розрахункова відомість устаткування відділення точного литва за моделями, що витоплюються

Устаткування	Операції, щовиконуються	Продуктивність	Кількість		Кз
			розрахована	прийнята	
Установка моделі 651	Приготування модельного складу	40 л/год	1,35	2	0,7
Модельний автомат 6А54	Виготовлення модельних ланок	115 ланок/год	4,35	5	0,85
Установка 662А	Приготуваннявогнетривкоїсупензії	90 л/год	1,59	2	0,79
Лінія 6А63	Нанесенняпокриття, сушка покриття, підрізка, витоплюваннямодельноїсуміші	20 блоків/год	0,73	1	0,73

### 3.6 Розрахунок відділення фінішних операцій

Сталеві виливки виготовлені у піщмно-глинястих формах поступають на діляницю фінішних операцій після вибивання.

					ФЛ81мп.8104.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для обрізання ливникових систем та надливів користуємося стрічковопилильними верстатами. Продуктивність верстатів складає 140 виливків/год.

Кількість верстатів:

$$N = (332432 \cdot 1,2) / (1840 \cdot 140) = 1,54$$

Приймаємо 2 верстати на установку.

Зачищення виливків виконуємо за допомогою обдирально-шліфувальних верстатів, продуктивність яких також становить 140 виливків/год.

Приймаємо 2 верстати.

Для термічного оброблення використовується піч RT3-210-12.

Таблиця 3.9 – Розрахунок кількості термічних печей для дільниці фінішних операцій сталевог литва відділення лиття у ПГФ

Група литва	Річний випуск		Термічна піч	Продуктивність, т/год	Тривалість циклу, год	Кількість печей		Кз
	шт.	т				розрахована	прийнята	
Сталь	332434	1475,171	RT3-210-12	1	12	0,86	1	0,86

Розрахована піч виконує термооброблення виливків, отриманих в ПГФ.

### 3.4 Стрижневе відділення

#### 3.4.1 Вибір і розрахунок технологічного устаткування

У стрижневому відділенні виконуються операції виготовлення, фарбування, зачищення та складання стрижнів, їх контроль та комплектування. На площі стрижневого відділення розміщено каркасну дільницю, склади для добового зберігання стрижневих ящиків, плит та стрижнів. Об'єм стрижневих

					ФЛ81мп.8104.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

робіт залежить, головним чином, від складності виливків, тобто кількості та маси стрижнів на 1 т придатного литва, а вибір методу виготовлення стрижнів та обладнання-відсерійності та номенклатури.

Найбільш розповсюджений спосіб заповнення порожнини стрижневого ящика сумішшю, реалізований у сучасних стрижневих машинах піскодувним способом. Цей спосіб найбільш прийнятний для різних стрижневих сумішей і досить продуктивний. Під дією стисненого оповітря суміш примусово виштовхується з резервуара через вихідний отвір-сопло у стрижневий ящик.

Для виготовлення стрижнів використовуємо холоднотвердну суміш з синтетичного смолою. Склад суміші приведено у табл. 3.10.

Таблиця 3.10 – Склад стрижневої суміші

Компоненти	Кварцовий пісок	Смола БС-40	Затверджувач БСКМ
Вміст, %	97	2	1

Розраховуємо кількість стрижнів по групах і заносимо до табл. 3.11.

					ФЛ81мп.8104.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Таблиця 3.11 – Маршрутна технологія і завантаження стрижневого відділення

Індекс	Код деталі	Найменування деталі	Масавиливка, кг	Кількість дет. на рік, шт	Загальні дані									Програма та устаткування		
					№ стрижня	Кількість трижнів		маса стрижня		Габаритні розміри, мм			Стрижнів у ящику	Зйомів на річну програму	Тип та модель устаткування	
						На деталь	На річну програму	Одного, кг	На річну програму	Довжина	Ширина	Висота				
1	ФЛ-2101	Кришка корпусна	5,6	20777	1	1	20777	1,4	29,09	140	105	70	4	5194	Пісковувна машина типу 2Б83	
2	ФЛ-2102	Корпус щитка	5,7	20777	1	1	20777	1,4	29,61	143	107	71	4	5194		
3	ФЛ-2103	Універсальний блок	8,5	20777	1	1	20777	2,1	44,15	213	159	106	4	5194		
4	ФЛ-2104	Плита кріплення	8	20777	1	1	20777	2,0	41,55	200	150	100	4	5194		
5	ФЛ-2105	Рамка	2,7	41554	1	1	41554	0,7	28,05	68	51	34	4	10389		
6	ФЛ-2110	Корпус	5,1	20777	1	1	20777	1,3	26,49	128	96	64	2	10389		
7	ФЛ-2112	Корпус датчика 2	2,7	20777	1	1	20777	0,7	14,02	68	51	34	2	10389		
8	ФЛ-2117	Корпус пульта тил	2,1	20777	1	1	20777	0,5	10,91	53	39	26	4	5194		
9	ФЛ-8121	Ручка	4,3	124662	1	1	124662	1,1	134,01	108	81	54	4	31166		
10	ФЛ-8124	Ручка приладу	2,1	20777	1	1	20777	0,5	10,91	53	39	26	2	10389		
Всього			46,8	332432			332432							98691		

Для виготовлення стрижнів використовуємо стрижневу напів автоматичну піскодувну машину типу 2Б83. Статистичний брак якого 5%.

Кількість машин розраховується за формулою:

$$N = Bp^* K_H / (\Phi D^* q), \quad (3.12)$$

де  $V_p$  – річна кількість зйомів, шт;

$K_H$  – коефіцієнт нерівномірності в роботі машини;

Фд – дійсний фонд часу, год;

$q$  – продуктивність машини, зйомів, год.

$$N = (98691 * 0,95) / (1840 * 70) = 0,73$$

Результатирозрахунків приведено в табл. 3.12.

					ФЛ81мп.8104.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.12 – Розрахунок кількості стрижневих машин

Група стрижнів	Дільниця стрижневого відділення	Потрібна кількість				Тип стрижневої машини, лінії	Продуктивність стрижка в одиниці, зйомів/год	Кількість стрижневих ліній		Коефіцієнт завантаження
		Стрижнів		Зйомів				За розрахунком	Прийнята	
		За рік	За годину	За рік	За годину					
1	1	332432	180	98691	53	2Б83	70	0,73	1	0,733

### 3.5 Сумішо приготувальне відділення

#### 3.5.1 Вибір і розрахунок технологічного устаткування

При виготовленні виливків методом лиття в разові піщано-глинясті форми якість та склад формувальних сумішей є одним з основних факторів одержання виливків із заданими властивостями.

При розрахунку сумішо приготувального відділення загальні витрати суміші на річну програму визначаються за даними споживання суміші формувального та стрижневого відділення з урахуванням 10...15% на втрати при транспортуванні, формуванні та інше.

Оскільки стрижневу суміш перебачено готувати безпосередньо у стрижневому відділенні, тут проводиться розрахунок виключно по витраті формувальної суміші.

Загальні витрати формувальної суміші визначаємо з розрахунку формувального відділення, виходячи з об'єму і кількості форм, які виготовляються протягом року для всієї номенклатури виливків, з відрахуванням об'єму, зайнятого виливками з ливниковими системами та стрижнями. Розрахунок витрат формувальної суміші заносимо у табл. 3.13.

					ФЛ81мп.8104.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.13 – Розрахунок витрат формувальної суміші

Внутрішні зміри опок, мм	Випуск випусків, т/рік	Розрахована кількість форм на рік	Об'єм однієї форми, м3	Розрахований об'єм, м3/рік				Розрахована витрата суміші, т/рік
				Усіх форм	У тому числі			
					металу	стрижнів	суміші	
550x550x170 /170	1475,17	64063	0,075	4804,69	182,1	216,93	4405,66	7489,622

Розрахунок формувальної суміші на програму в неущільненому стані ведеться за такою формулою:

$$P_{ny}=0,757 * P_y, \quad (3.16)$$

де  $P_{ny}$  – кількість суміші в неущільненому стані, м<sup>3</sup>;

0,75 – коефіцієнт переходу від масових до об'ємних величин з урахуванням ущільнення суміші;

$P_y$  – кількість ущільненої суміші на річну програму, т.

$$P_{ny}=0,757*7489,622 =5669,64 \text{ м}^3$$

Кількість змішувачів для сумішопроточного відділення визначаємо за формулою:

$$Z = P_{ny} * K_n / \Phi D * q \quad (3. 14)$$

де  $P_{ny}$  – річна, кількість неущільненої суміші, т;

$q$  – продуктивність змішувача, т/год.

Отримані розрахунки заносимо у табл. 3.14

					ФЛ81мп.8104.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.14 – Розрахуно кількості змішувачів

Змішувачі				
тип	продуктивність, м³/год.	кількість		коефіцієнт завантаження, К <sub>з</sub>
		розрахована	прийнята	
15111	4	1,54	2	0,77
19611	1	0,65	1	0,65

					ФЛ81мп.8104.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 4 ДОПОМІЖНІ ВІДДІЛЕННЯ, ДІЛЬНИЦІ ТА СЛУЖБИ ЦЕХУ

4.1 Цехові комори для зберігання допоміжних матеріалів, інструменту та одягу

Зберігання допоміжних матеріалів, інструменту, запасних частин устаткування, спец одягу здійснюється в коморах цеху. Цехові комори розташовані на площах основного відділу ливарного комплексу в місцях зручних, у приміщеннях між колонами будівлі. Площа комор ливарного комплексу повинна складати  $2,5 \text{ м}^2$  на 1 тисячу тонн випуску литва за рік. Тому площа складає  $5 \text{ м}^2$ .

4.2 Майстерні для ремонту модельної оснастки

Для поточного ремонту модельної оснастки передбачені модельники профісіонали та слюсарі з розрахунку один робочий на випуск 2 тисяч тонн придатного литва за рік.

Дільниця займає площу –  $25,4 \text{ м}^3$ .

4.3 Ремонтно – механічна майстерня для устаткування

Ремонтна служба комплексу (служба механіка та енергетика) виконує малий і середній обсяг ремонту устаткування, а також ремонт інструменту, оснастки, автоматики, пневматики, гідравліки з застосуванням методів по вузловому ремонту. Ремонтні служби у цеху виконують тільки міжремонтне обслуговування устаткування. Площа цехових служб механіка і енергетика для потужності цеху, що проектується дорівнює  $324 \text{ м}^2$ . [2]

					ФЛ81.8103.1110.0006.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Зверев О.В.			ДОПОМІЖНІ ВІДДІЛЕННЯ, ДІЛЬНИЦІ ТА СЛУЖБИ ЦЕХУ		Літ.	Аркуш
Перевір.		Гурія І.М.						Аркушів
Н. Контр.		Федоров Г.Є.					ІФФ, гр. ФЛ-81мп	
Затв.								

У процесі розроблення робочих креслень розміри площ уточнюються з архітектором в залежності від паніровки. Оскільки серед устаткування є електричні печі, то площі цехової служби механіка і енергетика приймаються з коефіцієнтом запасу 1,1...1,5. [2]

#### 4.4 Санітарна та технічна майстерня

Санітарна та технічна майстерня виконує функції, щодо підтримання в робочому стані водопроводу, каналізації, опалення і вентиляції цеху. Ця служба має розгалужену систему контролю роботи і виклику чергових слюсарів. Вона є частиною системи автоматизованого управління цехом.

#### 4.5 Електроремонтна майстерня

Електроремонтна служба забезпечує догляд і нормальну експлуатацію електроустаткування і освітлення цеху. У системі планово-попереджувального ремонту (ППР) передбачено централізоване виконання службами цеху ремонту електротехнічного устаткування, КіПу і автоматики та пневматики. [2]

#### 4.6 Цехові лабораторії

Цехові лабораторії призначені для оперативного контролю хім. аналізу металу під час його виплавлення, поточного контролю якості формувальних матеріалів, формувальних а також стрижневих сумішей. Перша розміщена у службово-адміністративному корпусі цеху, друга – в сумішоприготувальному відділенні.

Площа хімічної і спектральної лабораторії для цеху даної потужності складає – 72 м<sup>2</sup>, площа лабораторії формувальних матеріалів – 36 м<sup>2</sup>.

					ФЛ81.8103.1110.0006.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 4.7 Складське господарство

Склади шихтових матеріалів мають ділянки та підділянки приймання і зберігання шихтових матеріалів, дозування шихти, очищення звороту власного виробництва.

Пісок на склад поступає контейнерах, на автотранспорті, які розвантажуються на спеціальний піддон. Для сушіння піску та глини на складі передбачена ділянка обладнана барабаними сушарками.

					ФЛ81.8103.1110.0006.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5 ВНУТРІШНЬОЦЕХОВИЙ ТРАНСПОРТ

Ливарне виробництво характеризується багаторазовим переміщенням великої кількості різних вантажів, тому транспортні операції є важливою складовою виробничого процесу.

У ливарному цеху, що проектується, склад шихтових матеріалів обслуговується мостовими кранами, які обладнуються магнетними шайбами, за допомогою яких проводиться завантаження металічної шихти у добові бункери, а також грейферами для завантаження у добові бункери сипких шихтових матеріалів.

Кількість кранів, що обслуговують склад шихтових матеріалів, плавильне відділення, дільниці формування, склад формувальних матеріалів і відділення фінішних операцій визначаємо за таблицею 5.18 [2].

Склад шихти і формувальних матеріалів обслуговують два мостових крани вантажопідйомністю 10/5 тонн.

Плавильне відділення обслуговує два мостових крани вантажопідйомністю 5 тонн.

Формувально-складально-заливально-вибивальне відділення виливків до 200 кг, обслуговує чотири мостових крани вантажопідйомністю 3 тонни. Відділення фінішних операцій – крани вантажопідйомністю 3 тонни кожний, для встановлення крупних стрижнів і складання операцій і дільницю ґрунтовки виливків обслуговують відповідно два мостових крани вантажопідйомністю 10/5 тонн, та кран-балка з  $Q = 3$  тонни і один мостовий кран вантажопідйомністю 5 тонн.

					ФЛ81.8103.1110.0006.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Зверєв О.В.			ВНУТРІШНЬОЦЕХОВИЙ ТРАНСПОРТ		Літ.	Аркуш
Перевір.		Гурія І.М.						
Н. Контр.		Федоров Г.Є.					ІФФ, гр. ФЛ-81мп	
Затв.								



Для транспортування піску і порошкоподібних матеріалів – пневмотранспорт; для подачі стрижневих і формувальних сумішей до місць виготовлення форм і стрижнів – стрічкові конвеєри;

Виливки після вибивання подаються за допомогою пластинчастого конвеєра; для транспортування і складання стрижнів використовуються підвісні штовхальні конвеєри.

					ФЛ81.8103.1110.0006.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 7 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

### 7.1 Загальні положення

Майданчик для цеху, що проектується, розташовано в м. Києві, де розрахункова температура для опалення в зимовий час 20°C, розрахункова температура для вентиляції у зимовий час – 6°C. у літній – 20°C. Термін опалювального сезону - 150 днів в рік. Глибина промерзання ґрунту в м. Київ складає 1 м.

### 7.2 Архітектурна частина

Конфігурація та розміщення обладнання спроектованого цеху забезпечують потоковість і режим роботи виробництва, та всіх норм Охорони праці та Пожежної безпеки. Будівлі було вирішено побудувати одноповерховою прямокутної форми. Побутові та адміністративно-побутові корпус розташовано в прибудові в два поверхі, яка примикає до будівлі цеху. Висота будівлі цеху складає 14,4 м. Фундамент закладено на глибині, виходячи з умов промерзання ґрунту, прийнята наступна:

- зовнішні фундаменти – 1,25 м;
- внутрішні фундаменти – 1 м.

### 7.3 Будівельні конструкції

#### 7.3.1 Фундамент

Для спроектованого цеху залізобетон є основним матеріалом фундаменту, під колонами виконано підосви фундаменту у вигляді башмаків із залізобетону. Площа підосви залежить від навантаження на колону та тиску на ґрунт який дорівнює 25 м².

					ФЛ81.8103.1110.0006.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Зверсв О.В.			АРХІТЕКТУРНО- БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА		Літ.	Аркуш
Перевір.		Гурія І.М.						
Н. Контр.		Федоров Г.Є.					ІФФ, гр. ФЛ-81мп	
Затв.								

### 7.3.2 Стіни

Стіни будинку великопанельні, спираються на фундаментні балки. Товщина навантажених стін 380 мм, а внутрішніх 300 мм. Стіни виготовлені із залізобетонну. Перегородки окремих ділянок цеху виконано із піноблоків.

### 7.3.3 Колони

Колони проектується із збірного залізобетону. Колони, на які встановлено кран, виконуються перерізом 400х600 мм. Крок колон у виробничому відділенні для зовнішніх 6 м, а внутрішніх 12 м.

### 7.3.4 Вікна й двері

Для природного освітлення будівлі цеху в зовнішніх стінах та криші виконуються світлові прогони із композитних матеріалів. Розміром 4000х3600 мм. Для освітлення всієї площі освітлення за допомогою ліхтарів прямокутної форми, скло яких армоване.

У будинку встановлюються двері з висотою 2,8 м. Ширина одностулкових дверей складає 0,9 м, а двостулкових – 1,5 м. Розміри воріт для автомобільного транспорту – 4х4,2 м, а на залізничній лінії – 4,7х5,6 м.

### 7.3.5 Підлоги

Підлогу виконуємо залежно від призначення дільниці. Плавильне відділення - чавунні плити; формувальне відділення, стрижневе відділення, сумішоприготувальне відділення та відділення фінішних операцій – залізобетонні плити; склади, окрім засіків – залізобетонні плити а для засіків – металоцементна підлога; залізничні шляхи – брусчатка по піску.

					ФЛ81.8103.1109.0006.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 7.3.6 Покриття

Для покриття застосовуються залізобетонні плити марки БСЖ-1А з бетону марки 200. Кріплення ферм до колон здійснюється шляхом зварювання закладних закладеної у залізобетонних конструкціях. На несучу залізобетонну конструкцію укладається настил із залізобетонних плит ПНН П-1 розмірами 3х12 м. Висота ребра 250 мм. На плити укладається утеплення з пінобетону товщиною 80 мм, як після обмазки цементом закладних швів і підготовлюють поверхню під покрівлю.

### 7.3.7 Покрівля

Для покрівля використовують з двох шарів рубероїду, бітумного настилу. Відення води з даху здійснюється по внутрішніх і зовнішніх водостоках. Внутрішні водостоки застосовуються для відведення води, яка збирається між прогонами.

## 7.4 Побутові та адміністративні приміщення

До адміністративно-побутових приміщень ливарного комплексу відносяться гардеробні, душові, санвузли та інші не виробничі. До адміністративних приміщень –кабінети керівного персоналу цеху, ІТР, зали засідань. Побутові й конторські приміщення розмішено в прибудові до виробничої будівлі. Носійний каркас виконується з залізобетонних колон із розмірами 400х600 мм. Будівля не має горища, з теплим спільним дахом. Стіни, виконано з одношарових пінобетонних панелей. Перегородки влаштовуються з цегельних блоків. У приміщеннях з високою вологістю стіни на всю висоту від підлоги (3 м) облицьовано плиткою.

Підлоги в побутових приміщеннях робляться з керамічних рифлених плиток. У конторах підлоги застеляються лінолеумом чи деревом.

					ФЛ81.8103.1109.0006.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Площа гардеробних визначається кількістю шаф для збереження одягу. Нормами передбачено одну шафу для одного робітника (70 шаф). Розмір одинарної шафи 50х25 см, висота 1,65 м. Ширина проходу між закритими шафами не менше 1 м. Верхній одяг працівників контори, лабораторій і різних служб за узгодженням з органами санітарного нагляду може зберігатися на вішалці. Довжина вішалки визначається з розрахунку 5 гачків на 1 погонний метр.

Душові розміщено в приміщеннях, суміжних із гардеробними. При душових передбачається приміщення для перевдягання, на кожен душ 3 місця довжиною 1,2 м і шириною 0,3 м.

Кількість душових визначається з розрахунку один душ на 10 чоловік, що працюють у найбільш численній зміні (6 душових). Розміри (у плані) відкритих душових кабін 0,9х0,9 м, місць для перевдягання не менше 1,2х0,3 м. Ширина проходів між рядами кабін не менше 1,5 м, а між кабінами і стіною - не менше 0,9 м. Час дії душової після кожної зміни приймається 45 хвилин.

Душове приміщення повинно мати витяжну і припливну вентиляцію. Кількість умивальників визначається з розрахунку один умивальник на 20 чоловік (6 умивальників) із подачею гарячої води до 30% умивальників. Площа на 1 кран складає 2,1 м<sup>2</sup>, відстань між кранами 0,6 м, ширина проходів – 1,6 м. Санвузли в цеху розміщуються рівномірно на відстані не більше 20 м від робочого місця з розміром кабіни 1,2х0,9 м.

					ФЛ81.8103.1109.0006.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 8 РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКІВ

### 8.1 Технологія виготовлення виливка «Штуцер»

#### 8.1.1 Конструкція деталі

Завданням даної магістерської дипломної роботи є розроблення технології виробництва виливка за кресленням «Штуцер». Виливок такого типу відносять до великих складності. В залежності від деталі (0,21 кг) відносимо виливок за масою до 1-ї групи – дрібні (до 35 кг).

Лита деталь «Штуцер» має такі габаритні розміри:

- висота 76 мм;
- ширина 27 мм;
- маса деталі 0,21 кг

Дана деталь виготовляється зі сплаву сталі марки 40Л, масова частка компонентів якої наведена у табл. 8.1.

Таблиця 8.1 – Масова частка компонентів сталь 20Л ГОСТ977-88

Марка сталі	Хімічний склад, %							
	C	Mn	Si	S	P	Cr	Cu	Fe
				Не більше				
40Л	0,34...0,46	0,4...0,9	0,2...0,54	0,04	0,04	0,3	0,3	решта

					ФЛ81.8104.1110.000.ПЗ							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА				Літ.	Аркуш	Аркушів	
Розроб.		Зверєв О.В.										
Перевір.		Гурія І.М.										
Н. Контр.		Федоров Г.Є.							ІФФ, гр. ФЛ-81мп			
Затв.												

Превагами способу лиття за моделями, що витоплюються є використання нероз'ємної моделі, яка підвищує точність литої деталі, що в свою чергу, зменшує припуски на оброблення. Але цей спосіб має і свої недоліки, такі як специфічні дефекти, підвищені витрати на витоплювання модельного складу, та сушіння оболонок.

Заливання виливків буде коли керамічна оболонка вставлена у контейнер та прожарена у печі.

### 8.1.2 Припуски на механічне оброблення виливка

Лиття за моделями, що витоплюються полягає у виготовленні моделі із матеріалу, розплавленням з якого отримують нероз'ємну форму. Цей метод має ряд переваг перед іншими видами лиття, дозволяючи отримувати виливки практично з будь-яких сплавів, в тому числі зі сплавів, що не піддаються кування, штампуванню, що ускладнюють механічну обробку; об'єднувати кілька деталей в одну для поліпшення конструкції і працездатності виробу; виготовляти з сталей та інших сплавів виливка розмірами по 5-му...7-му класу точності та шорсткості по 3-му...6-му класу чистоти. Застосування лиття за моделями, що виплавляються для отримання деталей, що виготовлялися раніше шляхом складної механічної обробки, знижує трудомісткість такої обробки в два рази і більше, зменшує витрату металу і скорочує вартість готових деталей [5].

Відповідно «Нормування значення шорсткості поверхні Ra і способи їх досягнення» [6] значення шорсткості по 3-му...6-му класу чистоти  $Ra = 3,2 \dots 25$ , що в нашому випадку цілком задовольняє відповідні значення на кресленню.

					ФЛ81.8104.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 8.1.3 Визначення кількості виливків у формі

Враховуючи умови серійності виробництва та розмір виливків обираємо таку кількість виливків на одному стояку, яка була б оптимальною, для зменшення витрати та прискорення процесів. Враховуючи всі ці умови, розташовуємо по 3 виливка на одному ярусі, вертикально 3 яруси по 3 виливка, 3 виливків на одному стояку.

### 8.1.4 Розрахунок ливникової системи

Ливниковою системою називається воронка для прийому розплаву і сукупність каналів, по яких підводиться метал до порожнини форми.

Однією з важливих умов отримання якісного виливка є правильно виконана конструкція ливникової системи. Враховуючи розміри нашого виливка, товщину стінки та вагу, застосовуємо ливникову систему з центральним заливальним стояком.

Ливникова система для виготовлення виливка являє собою заливальний стояк, до якого з різних сторін приєднуються виливки (9 шт.) з живильниками. Стояк є одночасно ливниковим ходом і надливом, так як його положення сприяє направленій кристалізації виливка.

Для розрахунку ливникових систем необхідно знайти модуль  $\delta$  теплового вузла, який є циліндром з зовнішнім діаметром  $d_1 = 76$  мм і внутрішнім діаметром  $d_2 = 55$  мм, та товщиною стінки 10 мм. Модулем теплового вузла (приведена товщина) є відношення його площі поперечного перерізу до периметру кола. Площа перерізу, перпендикулярну до направлення підведення розплаву, визначаємо за формулою;  $P = 2(15 + 2 * 85)$ , тоді [4]:

$$\delta = \frac{S}{P} = \frac{86*14}{2(14+2*86)} = 3,42 \quad (8.1)$$

					ФЛ81.8104.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Довжину живильника приймаємо відповідно до рекомендацій [4], а саме  $l_{ж} = 4...9 = 6$  мм. Користуючись літературними даними [4], для  $\delta = 3,42$  то  $G_{ст} = 220$  г і  $\delta_0 = 3,52$  мм, за цими даними обраємо діаметр стояка  $D_{ст} = 50$  мм і приведена товщинна живильника  $\delta_{п} = 4,24$ , знаходимо модуль охолодження стояка:

$$\delta_{ст} = \frac{2(\delta_0^3 G)^{1/4} l_{п}^{1/3}}{\delta_{п}} = 9,6 \quad (8.2)$$

Якісний виливок можна отримати тільки за умови  $\delta_{ст} > \delta_{ж} > \delta_0$ , так як у такому випадку забезпечене твердіння виливків без дефектів з боку затвердіння. За умов  $9,6 > 4,24 > 3,4$  буде створено направлене затвердіння.

#### 8.1.5 Вибір модельної композиції.

Сплав ПС 50/50 ГОСТ 784-53 склад модельної композиції:

- 1) парафін 50%;
- 2) стеарин 50%.

#### 8.1.6 Виготовлення моделі з модельної композиції

Приготувати модельну суміш:

- розплавити сплав ПС 50/50 до температури  $80...85^{\circ}\text{C}$ ;
- запустити насос та воду у сорочку;
- охолодити суміш до температури  $53...67^{\circ}\text{C}$ ;
- перекачати суміш по шлангу з електропідігрівачем у шприц-машину необхідну кількість, одночасно увімкнути механізм для перемішування.

Виготовлення моделей: приготувати прес-форми, очистити та промити у уайтспірит від змазки, перевірити вільний хід зібрання та розібрання. При наявності ям, завалів та інших пошкоджень передати прес-форму на ремонт.

					ФЛ81.8104.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Змазати прес-форму та знаки тонким шаром скипидару або трансформаторного масла, зібрати прес-форму і віддати на пресування.

При повторному використанні прес-форму гарно вичистити.

Приготувати шприц-апарат до запресування:

- перевірити рівень води у баку, при необхідності долити;
- підігріти воду до температури 58...64°C;
- підігріти рукав до температури 52...60°C;
- слідкувати за підігрівачами рукава виходу суміші із насосу;
- декілька раз пропустити рідку суміш через рукав у бак;
- довести суміш до густого стану;
- переконатися у гарній роботі насоса та рукава, приступити до

запресовуванню форм.

Приготувати дощову установку. Заповнити бак водою для повного затвердіння моделей. Відчинити кран для подачі води у розприскувачі.

Заповнену прес-форму подати до води шляхом повороту стола дощової установки для охолодження.

Розібрати прес-форму, оглянути модель, придатну помістити для кінцевого охолодження у бак з водою. Очистити прес-форму, змазати, зібрати та подати

для запресовування. По мірі на копичення моделей у воді, моделі виймаються у дерев'яні ящики та переміщують на стелаж у один ряд при складній та тонкій конфігурації, або у декілька рядів при більш простій конфігурації моделі.

Зачистити модель під напаявання.

Виготовлення форм-блоків:

Приготувати ливники під напаявання: ливники виготовляються шляхом занурення алюмінієвих стержнів у гарячу масу ПС 50/50 з температурою 65...68°C. Товщина нанесеного шару складає 5...7 мм.

					ФЛ81.8104.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 8.1.7 Вогнетривка суспензія

Склад вогнетривкої суспензії:

1. Етилсилікат  $\text{SiO}_2 = 30\%$ ;
2. Спирт;
3. Соляна кислота;
4. Вода дистильована.

Провести гідроліз етилсилікату по рецепту в залежності від вмісту  $\text{SiO}_2$  та  $\text{HCL}$ . Приготувати суспензію для облицювання воскових моделей, перемішати 26 літрів гідролізованої рідини і 52 кілограми маршаліту. Довести щільність по ТУ шляхом додавання маршаліту або геролізовану рідину. Витримати суспензію протягом 5...7 хв. для виходу повітря, знову перемішати та приступити до облицювання. Після кожних 10...20 хвилин суспензію змішувати. Щільність повинна складати 1,5...1,75 г/см<sup>3</sup>.

Виготовлення керамічної оболонки.

Нанести суспензію на модельний блок 4...11 шарів. Після нанесення кожного шару висушити в шафі з аміачним продуванням. Виплавити моделі із блоків.

### 8.1.8 Заливання

Готову сталь розлити по прожарених попередньо формах. При розливанні не допускати виплесків і проривів струї.

- а) з першого ковша пролити метал для проби на хімічний аналіз;
- б) заливання відбувається при температурі форми 750...950°C.
- в) охолодження виливків триває 10...18 годин.

					ФЛ81.8104.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 8.1.9 Вибивання та фінішні операції

Висипання наповнювача виливків відбувається при температурі 150...300 °С. На вибивній решітці, щоб відділити виливки від вогнетривкого наповнювача. Далі виливки передати у ванну з кислотою, для розчинення керамічної оболонки. Після відділення виливків від стояка, після чого виливки проходять контроль. Ті, що пройшли контроль годні до використання віддають на термічне оброблення.

### 8.1.10 Термічне оброблення виливків.

Термічне оброблення виливків обов'язкова при виготовленні виливків за моделями, що витоплюється. Температурна обробка виливка для сталі 40Л така нормалізація 890...920 °С з подальшим відпуском 640...650 °С.

					ФЛ81.8104.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 8.2 Технологія виготовлення виливка «Кронштейн»

### 8.2.1 Конструкція деталі

Деталь «Кронштейн» має такі габаритні розміри:

- висота 410 мм;
- довжина 600 мм;
- ширина 500 мм.

Маса деталі – 96 кг (виливка – 124,8 кг).

Лита деталь відноситься до III-ї групи складності – виливки середньої складності відповідального призначення за ГОСТ 977-88.

Тип ливарного виробництва – одиничне виробництво.

Кількість виливків які потрібно виробити за рік складає 50 шт./рік. Це означає, що це одиничне виробництво виливків.

Для виготовлення даного виливка можна застосувати декілька варіантів: лиття у піщано-глинясті форми, лиття у піщано-смоляні форми.

Лиття у піщано-глинясті форми для даного типу виливка не бажано застосовувати, адже такий спосіб дає гіршу (у плані розмірної точності та шорсткості) поверхню виливка, а так, як точність деталі за завданням відноситься до III-ї групи складності, то ми не будемо використовувати його, але це найдешевший спосіб.

Обирається литво в піщано-смоляні суміші. Адже цей спосіб дає можливість виплавляти більш якісну поверхню виливка, не набагато дорожчий за піщано-глинястий спосіб. Піщано-смоляні суміші мають гарну газопровідність, пластичність та не прилипають до стінок ящика. Недоліком цієї суміші є низька міцність при вологому стані, тому бажано сушити форми.

Виготовлення буде проводитись у разових ливарних формах. Використовуються машини для перемішування формувальної суміші за допомогою коткового змішувача, заповнення форми сумішшю, ущільнення формувальної суміші, переміщення самої форми. Опока використовується металева, модельна оснастка виготовляється з деревини.

					ФЛ81.8104.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

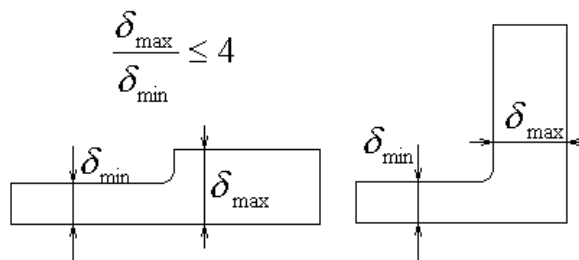
### 8.2.2 Аналіз технологічності конструкції литої деталі

Технологічною вважається така конструкція, яка дозволяє отримувати виливки заданої якості при мінімальних трудових, матеріальних і енергетичних витратах.

Мінімальна товщина стінки деталі дорівнює 15 мм, що задовольняє вимоги:

$$\delta_{\min}^{\text{дон}} = 8 \text{ мм. } \delta_{\text{отл}}^{\min} \geq \delta_{\text{доп}}^{\text{вып}}$$

- 1) для крупних виливків.
- 2) різнотовщинність стінок задовольняє задані умови:



$$\delta_{\max} = 55 \times l_{\min} = 15$$

$$55/15 = 3,6$$

Діапазон відношення стінок у межах до 3,6.

3) Так, як у виливку не повинно бути прямих и гострих кутів, то ми використовуємо гантелі(скруглень із радіусом) і сполучення у вигляді клина з жолобниками.

4) На креслену видно, що конструктивно є «глухі» порожнини, також є вихід на зовні у інших порожнинах. За цим критерієм виливок не вважається конструктивним.

5) Суміжності внутрішніх порожнин виливка задовольняють умови. Кількість стрижнів використовується мінімальна.

6) У виготовленні виливка передбачені надливи, а також дотримано принцип послідовного твердіння.

					ФЛ81.8104.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7) Виливок задовольняє умові витягання моделі із форми без пошкодження.

8) Кількість стрижнів використовується мінімальна.

Проаналізувавши виливок за критеріями, ми можемо сказати, що виливок є технологічним.

### 8.2.3 Вибір положення виливка у формі і визначення площини розніму моделі

Керуючись правилами ГОСТ ГОСТ 3.1125-88, найбільшу частину виливка розміщуємо у нижній півформі, так як це зручно при вилученні моделі та надійно для встановлення стрижнів. Також це положення виливка зручне для підведення металу в порожнину ливарної форми та повного заповнення її, задовольняє принцип направленої твердіння, який не дає негативних наслідків (пористість і т.д.). Також підлягає обробленню нижня частина виливка, згідно правил його доцільно розташовувати знизу, як і вибрано.

1-й варіант роз'єму форми зображено на рис. 8.1.

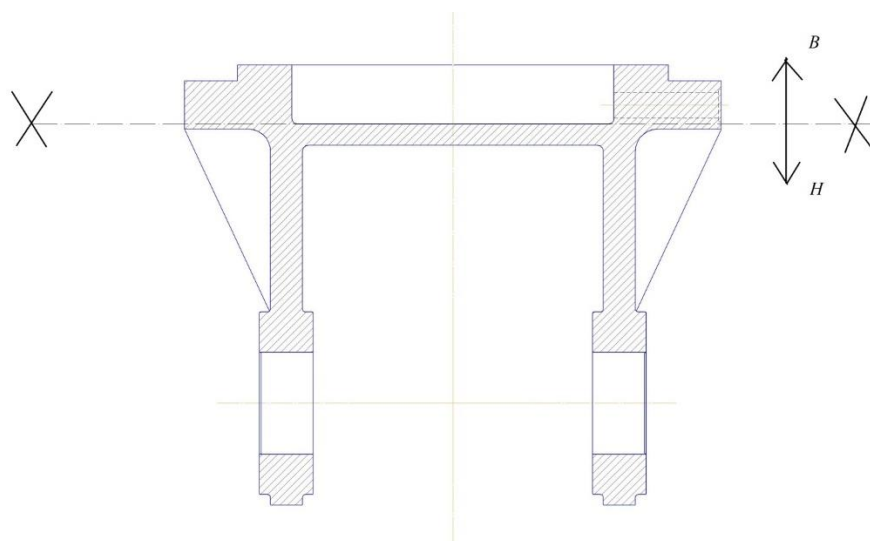


Рисунок 8.1 – 1-й варіант положення виливку у формі

					ФЛ81.8104.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Такий вибір площини розрізу моделі задовольняє наступні вимоги для якісно виготовленого виливка:

- масивні частини виливка (особливо із сталей або із сплавів на основі кольорових металів) розташовуємо так, щоб забезпечити надійне підживлення їх металом надливів;
- розріз форми забезпечує зручність ущільнення формувальної суміші, контролю та складання форми і підведення металу в її порожнину.
- виливок не можна розташовувати в одній півформі, тоді в нижній розташовуємо відповідальніші поверхні;
- у нижній частині форми розташовуємо також ту поверхню виливка, яка є базою для механічного оброблення;

Спосіб є економічним і добрим для виготовлення виливка.

Переваги	Недоліки
Зручне встановлення стрижнів	Небажаний розподіл моделі на 2 частини(ливарний шов)
Зручний підвод металу	Використання більшої кількості стрижнів
Задовольняє принцип направленного твердіння	
Оброблення знизу, тому доцільно розміщення	
Зручне встановлення надливів	

2-й варіант роз'єму форми зображено на рис. 8.2.

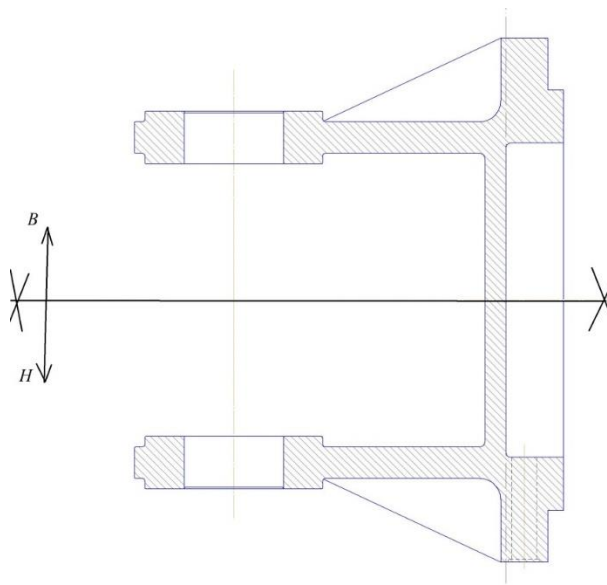


Рисунок 8.2 – 2-й варіант положення виливку у формі



Переваги	Недоліки
Вилучення моделі	Небажаний розподіл моделі на 2 частини(ливарний шов)
Менше встановлення стрижнів	Використання більшої кількості стрижнів
Зручний підвод металу	Використання холодильників, що категорично не допускається
	Не задовольняє принцип направленої твердіння
	Оброблення знизу,тому не відповідає вимозі
	Не зручне встановлення надливів

Зробивши аналіз вибираємо перший варіант розташування.

#### 8.2.4 Припуски на механічну обробку поверхонь виливка

Величину припусків на механічну обробку призначаємо у відповідності до вимог ГОСТ 26645-85.

Таблиця 8.2 – Припуски на механічну обробку поверхонь виливка

№	Найменування	Характеристика
1	2	3
1	Вид технологічного процесу	Лиття у сирі форми
2	Тип сплаву	Сталь 30Л ГОСТ 977-88
3	Маса виливка, кг	124,8
4	Найбільший габаритний розмір, мм	600
5	Клас розмірної точності виливка	<u>6 – 11 (9)</u>
6	Ступінь короблення виливка	7—10(9)
7	Ступінь точності поверхонь виливка	11—17(14)
8	Клас точності маси виливка	9т—16(13)
9	Ряд припуску на механічну обробку	2 – 4 (3)
10	Шороховатість поверхні	3,2

Припуск на механічну обробку, з урахуванням масштабу, зображуємо суцільною лінією червоного кольору.

					ФЛ81.8104.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 8.3 – Припуски розмірів на механічну обробку

Номінальний розмір , мм	1,6	3	3	15	45	55	70
Мінімальний допуск номінального розміру виливка, мм.	1,4	1,6	1,6	3,2	5,3	5,3	6,4
Припуск на механічну обробку, мм	0,8	1,2	1,2	4,5	5,2	6,1	6,1
Номінальний розмір деталі, мм	2,4	4,2	4,2	19,5	50,2	61,1	76,1

Отвори діаметром до 10...20 мм не виконуються литтям, а механічною обробкою (свердлінням) і тому на кресленні їх zakresлюємо тонкою чорною лінією "хрест навхрест".

#### 8.2.5 Визначення припусків на усадку сплаву

Усадкою називають зменшення об'єму сплаву під час переходу його із рідкого стану в твердий та охолодження до температури навколишнього середовища.

Розміри моделі з урахуванням усадки визначають за формулою

$$L_M = l_p \cdot (1 + Y/100)$$

де  $L_M$  – розмір моделі з урахуванням усадки, мм;

$l_p$  – розмір литої деталі, який вказано на кресленику, мм;

$Y$  – мінімальна усадка, %;  $Y = 2,2$  % для вуглецевої і низьколегованої сталі.

Отже:

$$L_M = 410 \cdot (1 + 2,2/100) = 419,02 \text{ мм} \text{ – висота}$$

$$L_M = 600 \cdot (1 + 2,2/100) = 613,2 \text{ мм} \text{ – довжина}$$

$$L_M = 500 \cdot (1 + 2,2/100) = 511 \text{ мм} \text{ – ширина}$$

					ФЛ81.8104.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технологічний припуск деталі 2...3 мм.

Модельний комплект. Класифікація, складові та точність модельних комплектів. Номінальні та дійсні розміри. Допуски і граничні відхилення на моделі.

#### Модельний комплект

##### Складові модельного комплекту:

- Модель виливка:            верх – 2 шт.  
    низ – 2 шт.
- Модельна плита:            верх – 1 шт.  
    низ – 1 шт.
- Стрижневий ящик:        1) – 1 шт.  
    2) – 1 шт.

##### Модельні елементи ливникової системи:

- Стояк – 1шт.
- Ливниковий хід – 2 шт.
- Живильник – 4 шт.
- Модель надливу – 4 шт.
- Модель випору – 2 шт.

Для виготовлення моделі виливка, застосовуємо дерев'яні модельні комплекти. Для виготовлення модельного комплекту для виливка «Кришка» використовуємо, як матеріал сосну. Моделі з цього матеріалу забезпечать нам дешевезну, легку оброблюваність.

Відокремлювані частини моделі не використовуємо.

					ФЛ81.8104.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 9 ОРГАНІЗАЦІЙНО - ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ

### 9.1 Розрахунок чисельності основних та допоміжних робітників та фондів їх заробітної плати

#### 9.1.1 Основні робітники

Чисельність основних робітників визначаємо за нормами обслуговування основного технологічного устаткування.

Плановий час роботи одного працівника за рік розраховуємо шляхом складання балансу робочого часу. Цей розрахунок представлений у табл. 9.1.

Таблиця 9.1 – Плановий баланс робочого часу за рік

Найменування витрат часу	Кількість днів
1 Кількість номенклатурних днів за рік	365
2 Неробочі дні, у тому числі	114
2.1 Загальнодержавні та релігійні свята	10
2.2 Вихідні	104
3 Режимний час підприємства	251
4 Витрати робочого часу працівників, у тому числі	38
4.1 Хвороба	12
4.2 Чергові та додаткові відпустки	28
4.3 Невиходи з дозволу адміністрації	1
4.4 Скорочення робочого часу матерям, підліткам та інш.	1

					ФЛ81мп.8104.1110.000.ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОРГАНІЗАЦІЙНО- ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	Літ.	Аркуш	Аркушів	
Розроб.		Зверев О.В.							
Перевір.		Гурія І.М.							
Н. Контр.		Федоров Г.Є.				НТУУ «КПІ», ІФФ			
Затв.									

На підставі балансу робочого часу визначаємо обліковий склад робітників, який в свою чергу розраховується за допомогою коефіцієнта облікового складу Кобл.

$$Кобл = \Phi_{реж.} / \Phi_{пл.}, \quad (9.1)$$

де Кобл – коефіцієнт облікового складу;

$\Phi_{реж}$  – режимний річний фонд роботи підприємства, днів;

$\Phi_{пл}$  – плановий фонд роботи працівника за рік, днів.

$$Кобл = 251 / 210 = 1,18$$

#### 9.1.2 Управлінський персонал

Чисельність управлінського персоналу встановлюємо виходячи із структури управління сталеливарного цеху підприємства ВП АТЦ.

#### 9.1.3 Загальна чисельність працівників

Загальна чисельність робітників в цеху приведена в таблиці 9.2.

					ФЛ81мп.8104.1110.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 9.2- Загальна чисельність робітників

Професія, спеціальність, посада	Кваліфікац ійний розряд	Штат явочний			Коефіцієнт облікового складу	Склад обліковий
		1-а	2-а	разом		
1	2	3	4	5	6	7

## Основні робітники

Шихтувальник	4	1	1	2	1,18	3
Плавильник	6		1	1	1,18	2
Стрижнювальник	5	1		1	1,18	1
Вибивальник	4		1		1,18	1
Сумішоприготувач	5	1			1,18	1

## Управлінський персонал

Начальник цеху		1		1		1
Майстер		1		1		1
Інженер-технолог		1		1		1

## 9.1.5. Розрахунок фондів заробітної плати

Витрати на оплату праці складаються з:

- основної заробітної плати;
- додаткової заробітної плати;
- інших заохочувальних та компенсаційних витрат.

Розрахунок фондів заробітної плати основних робітників наведено в таблиці 9.3.

					ФЛ81мп.8104.1110.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 9.3 – Фонди заробітної плати основних працівників

Посада	Місячний посад.оклад, грн	Чисельність, осіб	Загальний річний фонд зар. плати, грн
Начальник цеху	18050	1	18050
Майстер	15500	1	15500
Інженер технолог	14200	1	14200
Комірник	12100	1	12100
Разом			59850

Загальний фонд заробітної плати складає:

$$59850 \text{ грн} \cdot 12 \text{ міс.} = 718200 \text{ за рік}$$

#### 9.1.6 Розрахунок показника продуктивності праці

Продуктивність праці – це річний обсяг продукції, виробленої з розрахунку на одного працівника цеху.

$$P = G / n_{\text{заг}}, \quad (9.2)$$

де  $P$  – продуктивність праці, т/особу;

$G$  – продуктивність роботи цеху, т/рік;

$P$  – продуктивність праці, т/особу;

$n_{\text{заг}}$  – загальна кількість основних працівників і управлінського персоналу, осіб.

$$n_{\text{заг}} = 12 + 8 + 7 = 25$$

$$P = 600 / 25 = 24 \text{ т/особу}$$

#### 9.1.7 Розрахунок капітальних вкладень

Капітальні вкладення у об'єкт, який проектується, складається з капітальних вкладень у основні фонди та нормовані оборотні кошти.

					ФЛ81мп.8104.1110.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок капітальних вкладень наведено в таблиці 9.5

Таблиця 9.5 - Розрахунок капітальних вкладень в устаткуваннях

Найменування та модель устаткування	Кількість, шт.	Вартість за од, грн.	Загальна вартість, грн.
1	2	3	4

Основне технологічне обладнання

Механізована зачищувальна установка	1	81750	81750
Електрогідравлічна установка	1	121750	121750
Індукційні печі	2	8390	16780
Формувальна машина	1	3250	3250
Змішувач для ХТС	1	2215	2215
Стрижнева машина	1	4200	4200
Разом		221555	229945

Допоміжне устаткування

Дробометна камера мод. 43322М	1	10860	10860
Вибивна ґратка мод. 428	1	6500	6500
Дробометний барабан	1	7530	7530
Шліфувальний верстат	1	1750	1750
Дробоструйна камера	1	57800	57800

Продовження таблиці 9.5

					ФЛ81мп.8104.1110.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Сито полігональне	1	1930	1930
Стенд сушки ковпів	2	2000	4000
Сушило	2	13230	26460
Разом		101600	116830

Підйомно-транспортне обладнання

Кран, т	1	6160	18480
Електромостовий кран, 5 т	3	10065	30195
Стрічковий транспорт	15	930	13950
Візок	10	350	3100
Разом		17505	66125
Всього			404510

При розрахунку вартості транспортного устаткування на його монтаж і наладку додають витрати у розмірі 10 - 25% від його вартості. Капітальні вкладення у виробничі будівлі та споруди визначаємо із площі цеху і нормативів вартості будівельних конструкцій та проводок.

Ці розрахунки заносимо до таблиці 9.6.

					ФЛ81мп.8104.1110.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 9.6 Капітальні вкладення у споруди

Елементи будівельно- монтажних робіт	Тип будівлі	Вартість робіт, грн../м3	Об'єм будівлі, м	Розміри капіталовкладення
Приміщення	Виробничо побут.	50/40	30240/7128	1512009/285120
Водопостачання	Виробничо побут.	0,35/0,45	30240/7128	10184/3208
Каналізація	Виробничо побут.	0,3/1,05	30240/7128	9072/7484
Електропроводка	Виробничо побут.	0,5/0,6	30240/7128	15120/4277
Вентиляція	Виробничо побут.	0,7/0,8	30240/7128	21168/5702
Зовн. Благоустрій	Загальні	0,6		22421
Невраховані витрати	Загальні	7,25		270418
Разом				2167074

Капітальні вкладення в пристрої складають 20% від вартості устаткування:

$$K_{\text{пр}} 404510 \cdot 0,2 = 80902 \text{ грн,}$$

Розмір обігових коштів, які необхідні для безперервної виробничої діяльності цеху, розраховуються за елементами:

- виробничі запаси сировини, матеріалів;
- готова продукція;

					ФЛ81мп.8104.1110.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- інші елементи.

Розмір капітальних вкладень у виробничі запаси матеріалів розраховано формулою:

$$K_3 = M_{\text{пл}} \cdot n_3 / T_{\text{пл}}, \text{ грн. (9.3)}$$

де  $M_{\text{пл}}$ — суми витрат на матеріали даного різновиду у плановому періоді,

$n_3$ —норма планового запасу матеріалів, днів;

$T_{\text{пл}}$ — кількість днів у плановому періоді.

Дані про суму витрат на матеріали зводимо до таблиці 9.7.

Таблиця 9.7 – Визначення вартості основних матеріалів та флюсів на річну програму

Назва матеріалу	Кількість, т.	Вартість, 8грн./т	Вартість загальн
Сталевий брухт	140	1900	266000
Чавунний брухт	300	1600	480000
Феросплави	50	11060	553000
Алюміній чушковий	70	18000	1260000
ЗВВ	140	700	98000
Всього			2657000

Розмір капітальних вкладень у поточні виробничі запаси:

$$K_3 = 2657000 \cdot 20 / 360 = 147611 \text{ грн.}$$

Величину резервного технологічного запасу беремо у розмірі 50% від вартості оцінки планового запасу.

$$K_{p.3} = 0,5 \cdot 147611 = 73805,5 \text{ грн,}$$

Сума оборотних коштів у незавершеному виробництві розраховується таким чином:

$$\sum \text{об. Ку.п.в.} = V_{\text{пл}} \cdot T_{\text{д}} \cdot K_{\text{нв}} / T_{\text{пл}}, \quad (9.4)$$

					ФЛ81мп.8104.1110.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $\Sigma \text{об. Ку.п.в}$  – сума оборотних коштів, грн.;

$V_{\text{пл}}$  – виробництво товарної продукції у плановому періоді за виробничою

собівартістю, грн.,

$T_{\text{д}}$  – тривалість циклу виготовлення продукції, днів;

$$\Sigma \text{об. Ку.п.в.} = 2657000 \cdot 2 \cdot 0,8 / 360 = 11808,89 \text{ грн.}$$

Вартість всіх інших елементів оборотних коштів складає близько 12,5% від вартості поточного запасу матеріалів.

$$\text{Кост} = 0,25 \cdot 147611 = 36902,75 \text{ грн.}$$

Сумарний розмір оборотних коштів складає:

$$80902 - 73805,5 + 11808,89 + 36902,75 = 55808,14 \text{ грн.}$$

Після цього загальні номінальні вкладення в таблиці 9.8.

Таблиця 9.8 – Розрахунок загальних капітальних вкладень

Елементи капітальних вкладень	Вартість	
	тис.грн.	%
Будівлі виробничі та побутові	2167	37,9
Споруди	183	3,2
Основне технологічне	221,555	21,1
Допоміжне	116,830	2,8
Підйомно – транспортне	404,51	2,2
Нормативні оборотні кошти	55,808	6,8
Загалом у виробничі фонди	2149	100

					ФЛ81мп.8104.1110.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 9.1.8 Визначення планової собівартості одиниці продукції

Розрахунок проводимо згідно з номенклатурою калькуляційних статей цехової собівартості:

1) Витрати силової електроенергії в кВт·год/рік на виконання виробничих операцій визначаємо:

$$E_c = (M_y \cdot F_E \cdot K_{з.в} \cdot K_{з.н} \cdot K_o) / K_c \cdot n,$$

де  $E_c$  – витрати технологічної електроенергії, кВт·год/рік;

$M_y$  – сумарна потужність технологічного обладнання, кВт;

$F_E$  – ефективний фонд часу роботи технологічного обладнання за рік, год;

$K_{з.в}$  – коефіцієнт завантаження технологічного обладнання за часом;

$K_o$  – коефіцієнт одночасної роботи технологічного обладнання;

$K_{з.н}$  – коефіцієнт завантаження за потужністю;

$K_c$  – коефіцієнт завантаження технологічного обладнання з розрахунком витрат електроенергії;

$$n = 0,95$$

$$E_c = (10560 \cdot 3890 \cdot 0,51 \cdot 1 \cdot 0,6) / (0,65 \cdot 0,95) = 26000000 \text{ кВт год/рік}$$

Кількість електроенергії для освітлення приміщень:

$$E_o = (C \cdot M_{ср} \cdot F_E \cdot K_c) / 1000, \text{ кВт год/рік, (9.6)}$$

де  $E_o$  – кількість електроенергії, кВт · т/рік;

$C$  – кількість ліхтарів, од.;

$M_{ср}$  – середня потужність одного ліхтаря, кВт;

$F_E$  – ефективний фонд часу роботи ліхтаря за рік, год.

$$E_o = 3890 \cdot 0,95 \cdot 335700 = 426000 \text{ кВт · т/рік}$$

Визначаємо вартість електроенергії, враховуючи вартість 1 кВт · год електроенергії, яка складає 24,9 коп.

$$C_E = (20356259 + 360311 - 131929350) \cdot 0,249 = 55429 \text{ грн.}$$

Вартість стиснутого повітря для кожної одиниці устаткування визначається:

$$N = K_n \cdot P \cdot F_e \cdot k_1 \cdot K_3, \text{ м}^3/\text{год, (9.7)}$$

де  $n$  – кількість стиснутого повітря, м<sup>3</sup>/год;

					ФЛ81мп.8104.1110.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_n$  – коефіцієнт, який враховує витрати повітря в трубопроводах;

$P$  – витрати повітря за годину, м<sup>3</sup>;

$k_1$  – коефіцієнт використання повітря;

$K_3$  – коефіцієнт завантаження приміщення;

$$n = 1,5 \cdot 1980 \cdot 3890 \cdot 1,0 \cdot 0,85 = 12000000 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Витрати на стиснуте повітря ведемо з розрахунку 26 грн. за 100 м<sup>3</sup>:

$$C_n = 12000000 \cdot 16 = 15890 \text{ грн.}$$

Кількість води, що витрачається визначаємо з розрахунку 100 м<sup>3</sup>/год на технологічні та побутові потреби. Розрахунок витрат на воду наведено в таблиці 12.9

Таблиця 12.9 – Визначення витрат на воду

Напрямок витрачення	Кількість од.обл.	Фонд часу, год	Норма витрат води, м <sup>3</sup> /год	Річні витрати, м <sup>3</sup> /год	Ціна за 1 м <sup>3</sup> води, грн	Вартість, грн.
ТЕХНОЛОГІЧНІ ПОТРЕБИ						
Піч ІЧТ 5	2	3890	1.2	130000	10	46680
ПОБУТОВІ ПОТРЕБИ						
Мийка	-	1840	0.45	1104	16	2208
Душові	-	172	5.0	517.5	16	1035
Питна вода	-		0.45	337.5	16	1012
Підлога	-		0.3	959	10	1918
Разом						99553

					ФЛ81мп.8104.1110.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Газ для сушіння ковшів і піску:

Середні витрати 220 м3/год;

Загальні витрати:

$$Q_r = 220 \cdot 3890 = 855800 \text{ м}^3,$$

Вартість газу визначаємо зврахунок 1010 грн. за 1000 м3, вона дорівнює:

$$1010 \cdot 855,8 = 864358 \text{ грн.}$$

2) Витрати на допоміжні матеріали поділяються на:

а) витрати на матеріали для технологічного процесу складають

1023393 грн.

б) витрати на матеріали для експлуатації устаткування 1176400 грн.;

3) Витрати на отримання в робочому стані на ремонт устаткування приймається у розмірі 10...20% від його балансової вартості:

$$404510 \cdot 0,12 = 48541,12 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт будівель та споруд складають 2% від їх вартості.

$$(2167074 + 1494646) \cdot 0,015 \cdot 0,1 = 5493 \text{ грн.}$$

4) Розрахунок річних амортизаційних відрахувань представлено у таблиці 9.10.

Таблиця 9.10 – Розрахунок річних амортизаційних відрахувань

Групи основних фондів	Вартість фондів, грн.	Норми амортизаційних відрахувань, %	Вартість амортизаційних відрахувань, грн.
Будівлі споруди	2167074	5	108354
Основне та допоміжне устаткування	404510	15	60677
Транспортні засоби	66125	5	16531,25
Оснастка та інвентар	54930	25	13733
Всього			346284

					ФЛ81мп.8104.1110.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5) Транспортні засоби розраховуємо у врозмірі на 1 т литва:

$$3 \cdot 600 = 1800 \text{ грн.}$$

6) Витрати, пов'язані з забезпеченням охорони праці та техніки безпеки складають приблизно 30 грн. на кожного працівника:  $25 \cdot 30 = 750$  грн.

7) поштово – телеграфічні витрати визначаємо з розрахунку 70 грн. на одного службовця:

$$8 \cdot 50 = 400 \text{ грн.}$$

8) Витрати на дослідження та випробування слід приймати рівними 5% від основної заробітної плати основних робітників:

$$171360 \cdot 0,05 = 8518 \text{ грн.}$$

9) Витрати на винахідництво та раціоналізацію приймаються рівними 40 грн. на кожного працівника:

$$25 \cdot 40 = 1000 \text{ грн.}$$

10) Інші невраховані витрати можна приймати рівними 2...8 грн. на тонну литва:

$$5 \cdot 600 = 3000 \text{ грн}$$

					ФЛ81мп.8104.1110.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Таблиця 9.11 – Загальні виробничі витрати по цеху

Найменування статті витрат	Сума, тис грн.
Заробітна плата(основна та додаткова):	189,17
1.1 – допоміжних працівників	109,8
2.2 – управлінського персоналу	115,25
3.3 – Єдиний соціальний внесок	
Енергетичні витрати:	55,4
1.1 – електроенергія	15,8
2.2 – стиснуте повітря	99,5
3.3 – вода	864,4
4.4 – газ	
Допоміжні матеріали	91,7
1.1 – матеріал для здійснення технологічного процесу	50
2.2 – матеріали для експлуатації устаткування	12,14
3.3 – матеріали для цехових потреб	
Ремонт та утримання в робочому стані	179,4
1.1 – устаткування	43
2.2 – будівлі	5,4
3.3 - інвентарю	
Амортизація:	606
1.1 – устаткування	108
2.2 – будівлі	13,7
3.3 – інвентарю	
Транспортні витрати	1,8
Витрати на дослідження, випробування	8.5
Витрати на охорону праці	0.75
Витрати на винахідництво та раціоналізацію	1
Поштово – телеграфні та канцелярські витрати	0.4
Інші витрати	3
Всього:	2573.11

					ФЛ81мп.8104.1110.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 9.12 – Планова калькуляція собівартості 1 т рідкого металу та придатної продукції

Найменування статей витрат	% до металоза валки	Кількість на 1 т виливків	Планова ціна за 1 т, грн	Вартість на 1 т, грн
1	2	3	4	5
1. Металева шихта:				
- сталевий брукт	32	423,36	2200	931,392
- зворот власного виробництва	21	277,83	2000	555,66
- феросиліцій ФС45	43	568,89	1350	768,0015
- феромарганець ФМн 1,5	1	13,23	15000	198,45
- чавунний брукт	2	26,46	20500	542,43
- стружка чавунна				
Разом	100	1323	-	2995,93
Угар	4	1323	-	
Загалом рідкого металу	96	53	-	
2. Відходи власного виробництва		270	1350	-1890
Разом				
3. Флюс універсальний				
4.Заробітна плата плавильників, заливальників, шихтувальників та ін..				
а) основна				497
б) додаткова				191,6
5. Єдиний соціальний внесок				426
6. Енергоносії				1611
7. Загальновиробничі витрати				3843
8. Витрати від браку				106,5
Всього (цехова собівартість)				2334,56

					ФЛ81мп.8104.1110.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 9.1.9 Розрахунок показників економічної ефективності проектного рішення

Для порівняння варіантів технічних рішень застосовуємо такі показники економічної ефективності: 1 – трудомісткість продукції:

$$t = \text{Чосн} \cdot \text{Фплор} / Q, \text{ нормо} \cdot \text{год} / \text{т}, \quad (9.8)$$

де  $t$  – трудомісткість продукції;

Чосн – чисельність основних робітників, осіб;

Фплор – плановий час роботи робітника за рік, год;

$Q$  – плановий річний обсяг виробництва продукції, т.

$$t = 12 \cdot 1680 / 600 = 33,6 \text{ нормо} \cdot \text{год} / \text{т},$$

2 – період окупності капітальних витрат:

$$\text{Пок} = (K_{\text{заг}} / \text{ГПр}) < \text{Пнок}, \text{ роки}$$

де Пок – період окупності, років;

ГПр – річна сума грошового потоку, грн.;

Пнок – нормативний період окупності (3...5 років).

$$\text{ГПр} = 0,75 \cdot (\text{Ц} - \text{Сп}) \cdot Q + \sum A, \quad (9.9)$$

де ГПр – річна сума грошового потоку, грн.;

0,75 – коефіцієнт частки чистого прибутку;

Ц – ринкова ціна продукції;

Сп – повна собівартість продукції;

$\sum A$  – загальна річна сума амортизаційних відрахувань, грн.;

По даним заводу – аналога повна собівартість продукції, яка включає крім цехової собівартості ще і адміністративні витрати та поза виробничі витрати на маркетинг та збут, на 38% перевищує цехову собівартість. ВВВ

$$\text{Сп} = 2334,56 \cdot 1,38 = 3221,7 \text{ грн}$$

$$\text{ГПр} = 0,75 \cdot (4445,95 - 3221,7) \cdot 600 + 346284 = 897198 \text{ грн}$$

$$\text{Пок} = 5831787 / 897198 = 6,5 \text{ років}$$

Для розрахунок планової собівартості продукції складаємо планову калькуляцію, яка представлена у таблиці 9.13.

Перелік типових порівняльних техніко – економічних показників наведені у таблиці 9.13.

					ФЛ81мп.8104.1110.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 9.13 – Типові порівняльні ТЕП

Найменування показників	Одиниця виміру	Значення за варіантами	
		базовий	спроектований
1. Річний плановий обсяг виробництва продукції	т	400	600
2. Загальна площа цеху	м2	4032	8400
3. Виробнича площа цеху	м2	2760	1921
4. Загальна чисельність працюючих у т. ч.	осіб	30	25
4.1 Основних	осіб	15	12
4.2 Управлінський персонал	осіб	6	5
5. Середньомісячний заробіток одного працівника	грн		
6. Продуктивність праці на рік	т/осіб	30	33,6
7. Технологічна трудомісткість	норма-год / т	28,1	24,5
8. Повна собівартість однієї тонни продукції	грн. / т	4445,95	3221,7
9. Період окупності усіх капітальних вкладень	рік		6,5

					ФЛ81мп.8104.1110.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 10 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Охорона праці – це система правових соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці [13].

Мета розділу – це аналіз небезпечних та шкідливих чинників, які мають місце при виконанні даної роботи та розробка заходів спрямованих на їхнє усунення і забезпечення здорових умов праці.

Даний розділ дипломного проекту передбачає розробку заходів і засобів з охорони праці і довкілля у ливарному цеху лиття під за витоплюваними моделями потужністю 2000 кг придатного литва за рік.

Даний цех виробляє виливки з наступних марок сплавів: 20Л та 40Л.

Однією з головних задач при проектуванні ливарного цеху є охорона праці робітників, що працюють на даному підприємстві, запобігання появи професійних захворювань і виробничого травматизму, а також охорона навколишнього середовища [13].

Цех ливарний машинобудівного заводу потужністю 2000 кг. придатних виливків на рік. Кількість працюючих 8 осіб, з них виробничих робітників – 5 чол., працівників – 3 чол.

Площа цеху складає – 252 м<sup>2</sup>, об'єм – 1512 м<sup>3</sup>. Відповідно площа цеху на одного працівника складає 6,3 м<sup>2</sup>, на одного виробничого робітника 8,4 м<sup>2</sup>.

Об'єм на одного виробничого робітника – 50,4 м<sup>3</sup>, на одного працівника – 37,8 м<sup>3</sup>, що задовольняє вимогам санітарних норм та правил.

У склад цеху входять: плавильно-заливальне відділення, відділення лиття моделей, що витоплюються, відділення виготовлення оболонкових форм, відділення фінішних операцій та склади шихтових і формувальних матеріалів.

					ФЛ81мп.8104.1110.0006.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОХОРОНА ПРАЦІ	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Зверев О.В.						
Перевір.		Гурія І.М.						
Н. Контр.		Федоров Г.Є.						
Затв.						НТУУ «КПІ», ІФФ		

У цеху виплавляються виливки із залізовуглецевої сталі 20Л та 40Л. Виливки отримують спеціальними способами литтям за моделями, що витоплюються та литтям у разові піщано-глинисті форми.

Метал виплавляється в індукційних печах ІСТ – 016.

Однією з головних задач під час проектування ливарного цеху є охорона праці робітників, що працюють на даному підприємстві, запобігання появи професійних захворювань і виробничого травматизму, а також охорона навколишнього середовища.

#### 10.1 Аналіз мікроклімату

Мікрокліматичні умови – це параметри температури, відносної вологості, швидкості руху повітря в робочій зоні або в зоні обслуговування та на постійних робочих місцях, встановлені відповідними нормами.

Оскільки робота в цеху пов'язана з певними фізичними навантаженнями то виокремлюємо декілька категорій робіт за ступенем важкості :

-легкі роботи – роботи, що виконуються сидячи, стоячи чи пов'язані із ходінням, та супроводжуються деяким фізичним напруженням, а саме службовий адміністративний персонал.

- середньої важкості – роботи, що виконуються стоячи, пов'язані із ходінням, переміщенням невеликих (до 10 кг) вантажів, та супроводжуються помірним фізичним напруженням, а саме формувальник.

- важкі роботи – роботи, пов'язані із перенесенням значних дрібних (понад 10 кг) вантажів, котрі потребують великих фізичних зусиль, а саме плавильник та заливальник.

Для забезпечення нормального мікроклімату в робочій зоні встановлюємо оптимальну та допустиму температуру, відносну вологість, швидкість руху повітря та інтенсивність теплового випромінювання, які наведено в табл. 10.1.

					ФЛ81мп.8104.1110.0006.ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відносна вологість коливається в межах 68...71 % і не перевищує допустимої норми 75 %.

Температура питної води 18...20 °С. Відповідність указаних значень параметрів мікроклімату досягається утворенням у цеху загальної системи вентиляції, яка має забезпечити повітрообмін не менше 60 м<sup>3</sup>/(людину·год).

На ділянках плавлення та заливання система вентиляції має забезпечувати допустиме значення температури [13].

Таблиця 10.1 – Параметри мікроклімату відповідно до ДСН 3.3.6.042-99

Період року	Температура повітря, °С			Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/с	
	оптимальна	Допустима на робочих місцях		оптимальна	допустима	оптимальна	допустима
		постійних	Непостійних				
Холодний	17...19	15...21	13...23	40...60	75	0,2	0,4
Теплий	20...22	12...27	15...19	40...60	70	0,3	0,2...0,5

Тепло витрачається на нагрів фільтруючого зовнішнього повітря, що надходить у цех.

При опаленні цеху за допомогою припливної вентиляції температура повітря, що подається має бути не вищою за 45°С, при цьому припливна вентиляція встановлюється на висоті більше 3,5 м від рівня підлоги, а робочі місця розташовуються не ближче ніж 2м. У формувальних відділеннях проточна вентиляція має забезпечувати мінімальний триразовий повітрообмін.

## 10.2 Розрахунок освітлення

### 10.2.1 Розрахунок природного освітлення

Природне освітлення має важливе значення для людини, воно має психологічну дію створюючи відчуття безпосереднього зв'язку з довкіллям, стимулює фізіологічні процеси, підвищує обмін речовин, покращує розвиток

організму в цілому. Однак, природне освітлення має і недоліки: воно непостійне в різні періоди часу, нерівномірно розподіляється в приміщенні, залежить від погодних умов [14]. Тому для забезпечення нормативного розраховуємо природне та штучне освітлення в цеху. Освітлення має бути достатнім для виконання робіт та відповідати ДБН В 2.5.28 – 2006. Норми освітленості для різних відділень: складишихти і формувальних матеріалів; сумішоприготувальне відділення; фінішних операцій – 100...150 лк; формувальне, плавильно-заливальне відділення і дільниця ремонту оснастки – 150...200 лк.

Для освітлення цеху, розмірами довжиною 42 м та шириною 60 м, в світлий період доби застосовується природне бічне освітлення, яке надходить крізь віконні прорізи ( $S_v = 600 \text{ м}^2$ ) та ліхтарі ( $S_{\text{ліх}} = 100 \text{ м}^2$ ).

Віконні прорізи присутні у всіх відділеннях цеху. Підставляємо всі значення до формули

$$\text{КПО} = (100 \cdot (600 + 100) \cdot 0,22 \cdot 2,4 \cdot 1,05) / (1,6 \cdot 6,5 \cdot 1,4 \cdot 4,5 \cdot 2500) = 0,23\%.$$

Аналізуючи розрахунки, бачимо що коефіцієнт природного освітлення в ливарному цеху становить 0,1 %, а нормативний КПО при суміжному освітленні має становити 3%.

Характеристика зорової роботи в цеху відноситься до високої точності. Відповідно до вимог ДБН В 2.5-28-2006 для розряду I під розряд зорової роботи Па (розмір об'єкта 0,15...0,3 мм; фон – темний; контраст об'єкта з фоном – малий) освітленість повинна становити: – всього 4000 лк; – від загального 400 лк.

Тривала робота при високому освітленні може привести до світлобоязні збільшеної чуйності очей до світла з характерними слезотечінням, запаленням слизистої оболонки та роговиці ока.

Для забезпечення достатнього освітлення, що відповідає нормам здійснюємо розрахунок штучного освітлення за наступним формулами. Ливарний цех має: довжину 42 м, ширину 60 м, висоту 6 м.

					ФЛ81мп.8104.1110.0006.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16



Відповідно до ДБН В 2.5.28-2006 –  $E=200$  лк за малої точності зорових робіт

та найменшим розміром об'єкта розпізнавання  $1 \dots 5$  мм;

$S$  – площа приміщення, яка освітлюється, м<sup>2</sup>.  $S=42 \cdot 60=252$  м<sup>2</sup>;

$K_z$  – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в результаті забруднення та старіння ламп,  $K_z=1,8$  – для ливарних цехів при

освітленні газорозрядними лампами;

$Z$  – коефіцієнт нерівномірності освітлення,  $Z=1,15$ .  $N$  – кількість світильників.

Рівномірність освітлення досягається при відповідному співвідношенні відстані між світильниками  $L$  та висоти їх підвісу  $h$ .

$L=0,6 \cdot 8,5=5,7$  м.

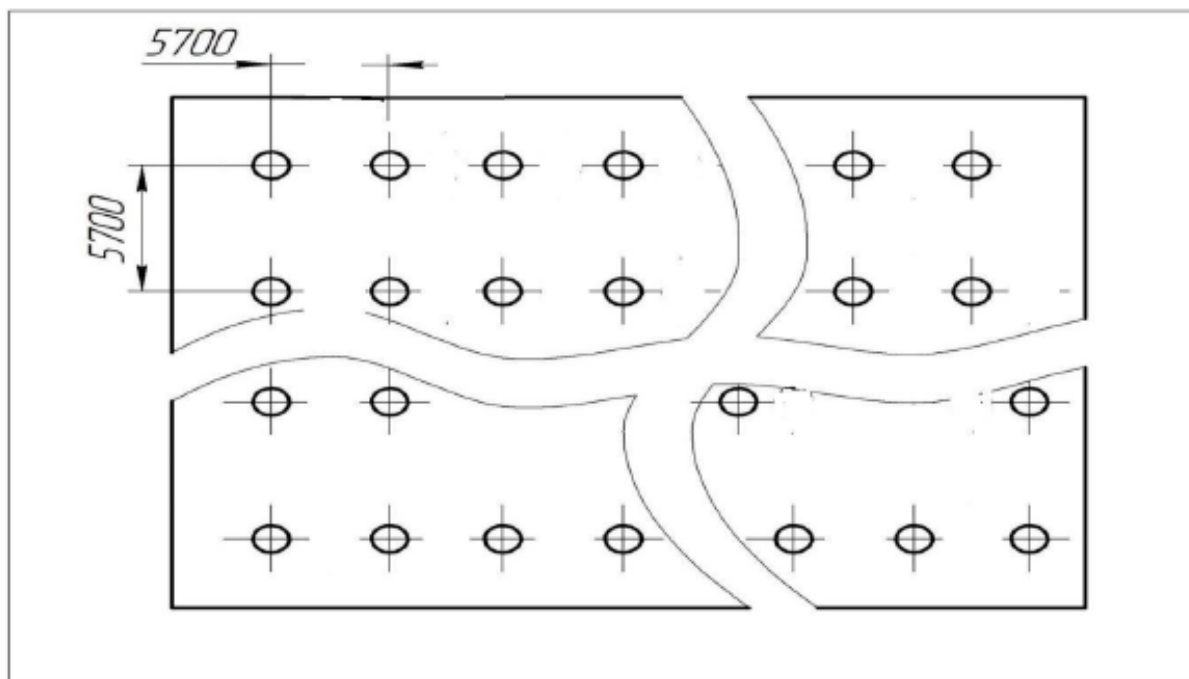


Рисунок 10.1– Схема розташування світильників

### 10.3 Випромінювання

Робітники плавильного відділення і дільниці термічного відділення

					ФЛ81мп.8104.1110.0006.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

можуть піддаватися небезпечній дії теплового, електромагнітного випромінювання. Джерелами теплового випромінювання є: рідкий метал, термічні печі, приводи двигунів тощо. У процесі заливання металу, тверднення виливків, транспортування їх на дільницю охолодження, робітники знаходяться в зоні інфрачервоного випромінювання. Згідно ДСН 3.3.6.042 – 99, тепловий потік у робочій зоні не повинен перевищувати 140 Вт/м<sup>2</sup>. Обов'язковим є використання засобів індивідуального захисту. Інфрачервоне випромінювання може визвати ряд патологічних змін в організмі людини: кон'юнктивіт, помутніння кришталика, опік сітчатки, порушення в серцево-судинній та нервовій системах.

Згідно ДСН 239 – 96, граничнодопустимі величини напруженості складових поля на робочих місцях є: :

- електрична складова – 5 А/м;
- магнітна складова – до 20 В/м.

Як індивідуальні засоби захисту використовують одяг із радіотканини.

#### 9.4 Джерела шуму

Шум – будь-який несприятливий звук, який діє на людину. Це сполучення звуків різної частоти та інтенсивності. З фізичної точки зору звук являє собою механічне хвильове коливання пружного середовища, яке супроводжується виникненням надлишкового тиснення, яке сприймається людиною через слуховий орган у діапазоні частот 16...20 кГц [14].

Джерелом шуму у цеху, що проектується є печі, генератори, пластинчасті конвеєри та інше устаткування. У відповідності до ДСН 3.3.6.037 – 99, максимально припустимий рівень звуку у виробничих відділеннях – має не перевищувати 80 дБ. Шум спричиняє

шкідливий вплив на організм людини, та в першу чергу на центральну

					ФЛ81мп.8104.1110.0006.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

нервову систему та серцево-судинну систему, призводить до їх захворювань, сприяє зниженню продуктивності праці та збільшенню втомлюваності, викликає захворювання органів слуху. Тривалий вплив шуму може привести до погіршення слуху, а в окремих випадках до глухоти.

Засоби індивідуального захисту, використання яких передбачається :

- протишумові укладки (закривають вушну раковину зовні);
- протишумові навушники (перекривають слуховий прохід);
- протишумові каски і шоломи (закривають всю голову і

застосовуються

у сполученні з навушниками і протишумовими костюмами).

Для послаблення шуму у приміщеннях цеху ударні дії замінені, наскільки це можливо, безударними, зменшена маса та величина поверхонь

прилягання частин, які разом удараються. Над обладнанням, яке шумить, знаходяться шумопоглиначі – плоскі та об'ємні звукопоглинальні елементи.

#### 9.5 Загазованість та запилення

Під час технологічного процесу в цеху на всіх стадіях оброблення матеріалів можлива дія шкідливих та небезпечних виробничих факторів. Основні з них: запиленість, виділення газів і пару, виділення небезпечних речовин, надмірне виділення тепла, збільшений рівень шуму та

вібрації, наявність рухомих машин та механізмів, рухомих частин виробничого устаткування.

Джерелами виділення пилу є установки киплячого шару, пікосипи, установки для вибивання та зачищення виливків, плавильні печі.

Згідно ГОСТ 12.1.005 – 88 пил, який виділяється (діоксид кремнію),

					ФЛ81мп.8104.1110.0006.ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відноситься до фіброгенних речовин. Пил, який попадає в організм людини

через дихальні шляхи, може призвести до розвитку професійних захворювань пилового бронхіту, силікозу, пневмоконіозу.

Для зниження рівня запиленості цеху вентиляція обладнується фільтрами.

#### 9.6 Електробезпека

Джерелами ураження електричним струмом є електричні установки.

Електричні травми можуть причиняти наступні фактори:

- невідповідність електроустановок, засобів захисту і приладів вимогам безпеки;
- невиконання технічних заходів безпеки;
- організаційно-соціальні причини.

Основними джерелами ураження електричним струмом є індукційні тигельні печі, електроприлади для зачищення виливків, електрифіковане підйомно-транспортне устаткування та інші установки з електроприводами.

Вважають небезпечним струм у 25 мА, при якому важко самостійно відірватися від провідника, а струм величиною у 100 мА може призвести до

смерті. Найнебезпечніша частота – 50...60 Гц.

Класифікація методів безпечної експлуатації електроустановок:

- 1) застосування захисних мір – це схемні або конструктивні рішення які знижують небезпеку поразки людини електричним струмом;
- 2) використанням електрозахисних засобів – це вироби, що переносять або перевозять, які служать для захисту персоналу від поразки електричним струмом під час виконання робіт, до них відносяться: інструменти, спецодяг і захисні засоби.
- 3) дотримання захисних заходів – сукупність вимог до працюючих і

					ФЛ81мп.8104.1110.0006.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

порядку виконання робіт. До захисних заходів при нормальному режимі роботи електричних установок відносяться:

- ізоляція струмоп ровідних частин;
- недоступність струмопровідних частин;
- орієнтування в електроустановках;
- ізоляційні площадки;
- захисне замикання (шунтування фази).

Недоступність струмопровідних частин забезпечується наступними методами:

- огорожами (суцільні з напругою до 1кВ, сітчасті - до і вище 1кВ);
- розташуванням струмопровідних частин на недосяжній висоті;
- розташуванням струмопровідних частин в недосяжному місці;
- спеціальними організаційними заходами безпеки.

Кожний рік планується проводити перевірку опорів і захисту електрообладнання, обов'язкова перевірка ізоляції дротів.

Допустимий опір заземлювального пристрою, для устатковування напругою до 1000 В і потужністю 100 кВт дорівнює 4 Ом. Заземлення приєднується тільки в місцях передбачених конструкцією даних електроустановок. Довжина заземлювача 3 м, ширина 40 мм, відстань від поверхні до заземлювача 0,6 м.

#### 9.7 Протипожежна безпека

Пожежа – неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, що розповсюджується у часі і просторі [13].

Основними напрямками забезпечення пожежної безпеки є усунення умов виникнення пожежі та мінімізація її наслідків. Об'єкти повинні мати системи пожежної безпеки, спрямовані на запобігання пожежі, дії на людей та матеріальні цінності небезпечних факторів пожежі, в

тому

					ФЛ81мп.8104.1110.0006.ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

числі їх вторинних проявів (згідно з ГОСТ 12.1.004 – 91, належать: полум'я та іскри, підвищена температура, дим, знижена концентрація кисню) [13].

Для забезпечення протипожежної безпеки забезпечуємо стенди з засобами пожежогасіння (пісок, вогнегасники, лопати, лом, відро та ін.) на всіх ділянках.

Можливі причини виникнення пожежи в цеху: возгорання газів при плавленні сплавів, возгорання легко летучих матеріалів, коротке замикання.

Для забезпечення протипожежної безпеки передбачені наступні заходи:

- навколо цеху розміщений зовнішній водопровід, який має гідранти, розташовані через 100 м;
- передбачені проїзні дороги;
- біля можливих місць виникнення пожежі розміщений такий інвентар: вогнегасники (як первинні засоби для боротьби з вогнем), а

також:

відра, ящики з піском, діжки з водою, лопати, пожежні ломи, багри, сокири,

азбестове полотно;

– всі ємності з паливом та вибухонебезпечними речовинами ізолювані

і розташовані на необхідній відстані від можливих джерел появи полум'я;

– на випадок виникнення пожежі передбачена сигналізація та прямий телефонний зв'язок з пожежною охороною.

Для ліквідації невеликих осередків пожежі, а також для гасіння пожежі у початковій стадії їх розвитку силами персоналу об'єктів

застосовуються первинні засоби пожежогасіння. До них відносяться:

вогнегасники, пожежний інвентар, покривала з негорючого

теплоізоляційного полотна, ящики з піском, бочки з водою, відра, лопати,

					ФЛ81мп.8104.1110.0006.ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

гаки, ломи, сокири .

Електричні дроти, які зайнялися, необхідно гасити вогнегасниками ОП -1, ОП -2, ОП-5, ОП-10. Ліквідація запалення проводиться при відключеній напрузі.

Згідно ДНАОП 0.00 – 1.32 – 01 ступінь вогнетривкості цеху – 3 години.

В цеху є зовнішній трубопровід, який має гідранти. Також передбачені

проходи, проїзди. Кількість вогнегасників визначається із розрахунку

1

вогнегасник на 100м<sup>2</sup> площі цеху.

Виходячи із площі цеху 252 м<sup>2</sup> , приймаємо 3 вогнегасника.

#### 9.8 Забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Відповідно до причин походження подій, що можуть зумовити виникнення НС на території України, розрізняються [13]:

1) НС техногенного характеру – транспортні аварії (катастрофи), пожежі, вибухи, аварії з викиданням (загрозою викидання) небезпечних

та

шкідливих хімічних та радіоактивних речовин, раптове руйнування споруд;

2) НС природного характеру – небезпечні геологічні, метеорологічні, гідрологічні явища, деградація ґрунтів чи надр, пожежі у природних екологічних системах, зміни стану повітряного басейну, інфекційна захворюваність та масове отруєння людей;

3) НС соціально-політичного характеру, пов'язані з протиправними діями терористичного і антиконституційного спрямування;

4) НС воєнного характеру, пов'язані з наслідками застосування звичайної зброї або зброї масового ураження, під час яких

виникають

вторинні чинники ураження населення.

					ФЛ81мп.8104.1110.0006.ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тому кожного тижня відбуваються навчання з евакуації персоналу і регулярно проводяться навчання з надання першої медичної допомоги.

					ФЛ81мп.8104.1110.0006.ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## 10 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Охорона праці – це система правових соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці у ливарному комплексі [13].

Мета розділу – це аналіз небезпечних та шкідливих чинників, які мають місце при виконанні даної роботи та розробка заходів спрямованих на їхнє усунення і забезпечення здорових умов праці.

Даний розділ дипломного проекту передбачає розробку заходів і засобів з охорони праці та довкілля у ливарному цеху лиття під за витоплюваними моделями потужністю 2000 кг придатного литва за рік.

Даний цех виробляє виливки з наступних марок сплавів: 20Л та 40Л.

З головних задач при проектуванні ливарного цеху є охорона праці робітників, що працюють на даному підприємстві, запобігання появи професійних захворювань і виробничого травматизму, а також охорона навколишнього середовища [13].

Цех ливарний машинобудівного заводу потужністю 2000 кг. придатних виливків на рік. Кількість працюючих 8 осіб, з них виробничих робітників – 5 чол., працівників – 3 чол.

Площа цеху складає – 253 м<sup>2</sup>, об'єм – 1522 м<sup>3</sup>. Відповідно площа цеху на одного працівника складає 6,5 м<sup>2</sup>, на одного виробничого робітника 8,5 м<sup>2</sup>.

Об'єм на одного виробничого робітника – 50,5 м<sup>3</sup>, на одного працівника – 38,8 м<sup>3</sup>, що задовольняє вимогам санітарних норм та правил.

У склад цеху входять: плавильно-заливальне відділення, відділення лиття моделей, що витоплюються, відділення виготовлення оболонкових форм, відділення фінішних операцій та склади шихтових і формувальних матеріалів.

					ФЛ81.8104.1110.000.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОХОРОНА ПРАЦІ	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Зверев О.В.						
Перевір.		Гурія І.М.						
Н. Контр.		Федоров Г.Є.						
Затв.						ІФФ		

У цеху виплавляються виливки із залізовуглецевої сталі 20Л та 40Л. Виливки отримують за спеціальними способами литтям за моделями, що витоплюються та литтям у разові піщано-глинисті форми.

Сталь виплавляється в індукційних печах ІСТ – 016.

Однією з головних задач під час проектування ливарного цеху є охорона праці робітників, що працюють на даному підприємстві, запобігання появи професійних захворювань і виробничого травматизму, а також охорона навколишнього середовища.

### 10.1 Аналіз мікроклімату

Мікрокліматичні умови – це параметри температури, відносної вологості, швидкості руху повітря у робочій зоні або у зоні обслуговування і на постійних робочих місцях, встановлені відповідними нормами.

Оскільки робота в цеху пов'язана з певними фізичними навантаженнями то виокремлюємо декілька категорій робіт за ступенем важкості :

- легку працю – роботи, що виконуються сидячи, стоячи та пов'язані із ходінням, та супроводжуються деяким фізичним напруженням, а саме службовий адміністративний персонал.

- середньої важкості – роботи, що виконуються стоячи, пов'язані із ходінням, переміщенням невеликих (до 10 кг) вантажів, та супроводжуються помірним фізичним напруженням, а саме формувальник.

- важкі роботи – роботи, пов'язані із перенесенням значних (понад 10 кг) вантажів, котрі потребують великих фізичних навантажень, а саме плавильник.

Для забезпечення нормального мікроклімату в робочій зоні встановлюємо оптимальну та допустиму температуру, відносну вологість, швидкість руху повітря та інтенсивність теплового випромінювання, які наведено в табл. 10.1.

					ФЛ81.8104.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відносна вологість коливається в межах 68...72 % і не перевищує допустимої норми 75 %.

Температура питної води 18...20 °С. Відповідність указаних значень параметрів мікроклімату досягається утворенням у цеху загальної системи вентиляції, яка має забезпечити повітрообмін не менше 60 м<sup>3</sup>/(людину·год).

На дільницях плавлення та заливання система вентиляції має забезпечувати допустиме значення температури [13].

Таблиця 10.1 – Параметри мікроклімату відповідно до ДСН 3.3.6.042-99

Період року	Температура повітря, °С			Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/с	
	оптимальна	Допустима на робочих місцях		оптимальна	допустима	оптимальна	допустима
		постійних	Непостійних				
Холодний	17...19	15...21	13...23	40...60	75	0,2	0,4
Теплий	20...22	12...27	15...19	40...60	70	0,3	0,2...0,5

Тепло витрачається на нагрів фільтруючого зовнішнього повітря, що надходить у цех.

При опаленні цеху за допомогою припливної вентиляції температура повітря, що подається має бути не перевищувати за 45°С, при цьому припливна вентиляція встановлюється на висоті 3,5 м від рівня підлоги, а робочі місця розташовуються не ближче ніж 2м. У формувальних відділеннях проточна вентиляція має забезпечувати мінімальний триразовий повітрообмін.

## 10.2 Розрахунок освітлення

### 10.2.1 Розрахунок природного освітлення

Природне освітлення має важливе значення для людини, воно має психологічну дію створюючи відчуття безпосереднього зв'язку з довкіллям,

					ФЛ81.8104.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стимулює фізіологічні процеси, підвищує обмін речовин, покращує розвиток організму в цілому. Однак, природне освітлення має і недоліки: воно непостійне в різні періоди часу, нерівномірно розподіляється в приміщенні, залежить від погодних умов [14]. Тому для забезпечення нормативного розраховуємо природне та штучне освітлення в цеху. Освітлення має бути достатнім для виконання робіт та відповідати ДБН В 2.5.28 – 2006. Норми освітленості для різних відділень: склад шихти і формувальних матеріалів; сумішоприготувальне відділення; фінішних операцій – 100...160 лк; формувальне, плавильно-заливальне відділення і дільниця ремонту оснастки – 150...220лк.

Для освітлення цеху, розмірами довжиною 43 м та шириною 61 м, в світлий період доби застосовується природне бічне освітлення, яке надходить крізь віконні прорізи ( $S_v = 600 \text{ м}^2$ ) та ліхтарі ( $S_{\text{ліх}} = 100 \text{ м}^2$ ).

Віконні прорізи присутні у всіх відділеннях цеху. Підставляємо всі значення до формули.

$$\text{КПО} = (100 \cdot (600 + 100) \cdot 0,22 \cdot 2,4 \cdot 1,05) / (1,6 \cdot 6,5 \cdot 1,4 \cdot 4,5 \cdot 2500) = 0,23\%.$$

Аналізуючи розрахунки, бачимо що коефіцієнт природного освітлення в ливарному цеху становить 0,1 %, а нормативний КПО при суміжному освітленні має становити 3%.

Характеристика зорової роботи в цеху відноситься до високої точності. Відповідно до вимог ДБН В 2.5-28-2006 для розряду і під розряду зорової роботи Па (розмір об'єкта 0,15...0,3 мм; фон – темний; контраст об'єкта з фоном – малий) освітленість повинна становити: – всього 4000 лк; – від загального 400 лк.

Тривала робота при високому освітленні може привести до світлобоязнь збільшеної чуйності очей до світла з характерними слъозотечінням, запаленням слизистої оболонки та роговиці ока.

					ФЛ81.8104.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для забезпечення достатнього освітлення, що відповідає нормам здійснюємо розрахунок штучного освітлення за наступим формулами. Ливарний цех має: довжину 45 м, ширину 63 м, висоту 6 м.

Відповідно до ДБН В 2.5.28-2006 –  $E = 220$  лк за малої точності зорових робіт та найменшим розміром об'єкта розпізнавання 1...5 мм;

$S$  – площа приміщення, яка освітлюється, м<sup>2</sup>.  $S=42 \cdot 60=253$  м<sup>2</sup>;

$K_z$  – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в результаті забруднення та старіння ламп;

$K_z = 1,8$  – для ливарних цехів при освітленні газорозрядними лампами;

$Z$  – коефіцієнт нерівномірності освітлення,  $Z = 1,15$ .

$N$  – кількість світильників.

Рівномірність освітлення досягається при відповідному співвідношенні відстані між світильниками  $L$  та висоти їх підвісу  $h$ .

$$L = 0,6 \cdot 8,5 = 5,7 \text{ м.}$$

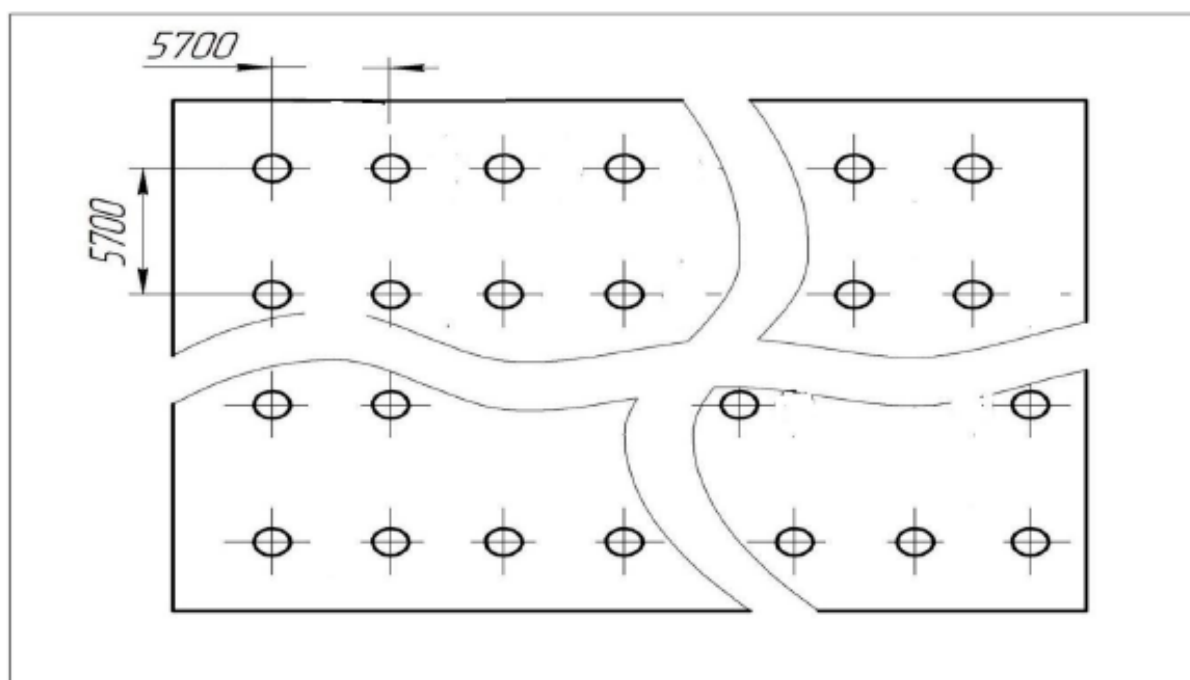


Рисунок 10.1– Схема розташування світильників

					ФЛ81.8104.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 10.3 Випромінювання

Робітники плавильного відділення та дільниці термічного відділення можуть піддаватися небезпечній дії теплового, електромагнітного випромінювання.

Джерелами теплового випромінювання є: рідкий метал, термічні печі, приводи двигунів тощо.

У процесі заливання металу, тверднення виливків, транспортування їх на дільницю охолодження, робітники знаходяться в зоні інфрачервоного випромінювання. Згідно ДСН 3.3.6.042 – 99, тепловий потік у робочій зоні не повинен перевищувати 140 Вт/м<sup>2</sup>. Обов'язковим є використання засобів індивідуального захисту. Інфрачервоне випромінювання може визвати ряд патологічних змін в організмі людини: кон'юнктивіт, помутніння кришталика, опік сітчатки, порушення в серцево-судинній та нервовій системах.

Згідно ДСН 239 – 96, граничнодопустимі величини напруженості складових поля на робочих місцях є:

- електрична складова – 5 А/м;
- магнітна складова – до 20 В/м.

Як індивідуальні засоби захисту використовують одяг із радіотканини.

### 10.4 Джерела шуму

Шум – будь-який несприятливий звук, який діє на людину. Це сполучення звуків різної частоти та інтенсивності. З фізичної точки зору звук являє собою механічне хвильове коливання пружного середовища, яке супроводжується виникненням надлишкового тиснення, яке сприймається людиною через слуховий орган у діапазоні частот 16...20 кГц [14].

Джерелом шуму у цеху, що проектується є печі, генератори, пластинчасті конвеєри, вибивні ришівки та інше устаткування. У відповідності до ДСН 3.3.6.037 – 99, максимально припустимий рівень звуку

					ФЛ81.8104.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виробничих відділеннях – має не перевищувати 80 дБ. Шум спричиняє шкідливий вплив на організм людини, та в першу чергу на центральну нервову систему та серцево-судинну систему, призводить до їх захворювань, сприяє зниженню продуктивності праці та збільшенню втомлюваності, викликає захворювання органів слуху. Тривалий вплив шуму може привести до погіршення слуху, а в окремих випадках до глухоти.

Засоби індивідуального захисту, використання яких передбачається :

- протишумові укладки (закривають вушну раковину зовні);
- протишумові навушники (перекривають слуховий прохід);
- протишумові каски і шоломи (закривають всю голову і застосовуються у сполученні з навушниками і протишумовими костюмами).

Для послаблення шуму у приміщеннях цеху ударні дії замінені, наскільки це можливо, безударними, зменшена маса та величина поверхонь прилягання частин, які разом удараються. Над обладнанням, яке шумить, знаходяться шумопоглиначі – плоскі та об'ємні звукопоглинальні елементи.

#### 10.5 Загазованість та запилення

Під час технологічного процесу в цеху на всіх стадіях оброблення матеріалів можлива дія шкідливих та небезпечних виробничих факторів. Основні з них: запиленість, виділення газів і пару, виділення небезпечних речовин, надмірне виділення тепла, збільшений рівень шуму та вібрації, наявність рухомих машин та механізмів, рухомих частин виробничого устаткування.

Джерелами виділення пилу є установки киплячого шару, піскосипи, установки для вибивання та зачищення виливків, плавильні печі.

Згідно ГОСТ 12.1.005 – 88 пил, який виділяється (діоксид кремнію), відноситься до фіброгенних речовин. Пил, який попадає в організм людини через дихальні шляхи, може призвести до розвитку професійних захворювань

					ФЛ81.8104.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пилового бронхіту та іншого. Для зниження рівня запиленості цеху вентиляція обладнається фільтрами.

## 10.6 Електробезпека

Джерелами ураження електричним струмом є електричні установки.

Електричні травми можуть причиняти наступні фактори:

- невідповідність електроустановок, засобів захисту і приладів вимогам безпеки;
- невиконання технічних заходів безпеки;
- організаційно-соціальні причини.

Основними джерелами ураження електричним струмом є індукційні тигельні печі, електроприлади для зачищення виливків, електрифіковане підйомно-транспортне устаткування та інші установки з електроприводами.

Вважають небезпечним струм у 25 мА, при якому важко самотійно відірватися від провідника, а струм величиною у 100 мА може призвести до смерті. Найнебезпечніша частота – 50...60 Гц.

Класифікація методів безпечної експлуатації електроустановок:

- 1) застосування захисних мір – це схемні або конструктивні рішення які знижують небезпеку поразки людини електричним струмом;
- 2) використанням електрозахисних засобів – це вироби, що переносять або перевозять, які служать для захисту персоналу від поразки електричним струмом під час виконання робіт, до них відносяться: інструменти, спецодяг і захисні засоби.
- 3) дотримання захисних заходів – сукупність вимог до працюючих і порядку виконання робіт. До захисних заходів при нормальному режимі роботи електричних установок відносяться:
  - ізоляція струмоп ровідних частин;
  - недоступність струмопровідних частин;
  - орієнтування в електроустановках;

					ФЛ81.8104.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



- ізоляційні площадки;
- захисне замикання (шунтування фази).

Недоступність струмопровідних частин забезпечується наступними методами:

- огорожами (суцільні з напругою до 1кВ, сітчасті - до і вище 1кВ);
- розташуванням струмопровідних частин на недосяжній висоті;
- розташуванням струмопровідних частин в недосяжному місці;
- спеціальними організаційними заходами безпеки.

Кожний рік планується проводити перевірку опорів і захисту електрообладнання, обов'язкова перевірка ізоляції дротів.

Допустимий опір заземлювального пристрою, для устатковування напругою до 1000 В і потужністю 100 кВт дорівнює 4 Ом. Заземлення приєднується тільки в місцях передбачених конструкцією даних електроустановок. Довжина заземлювача 8 м, ширина 40 мм, відстань від поверхні до заземлювача 0,7 м.

## 10.7 Протипожежна безпека

Пожежа – неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, що розповсюджується у часі і просторі [13].

Основними напрямками забезпечення пожежної безпеки є усунення умов виникнення пожежі та мінімізація її наслідків. Об'єкти повинні мати системи пожежної безпеки, спрямовані на запобігання пожежі, дії на людей та матеріальні цінності небезпечних факторів пожежі, в тому числі їх вторинних проявів (згідно з ГОСТ 12.1.004 – 91, належать: полум'я та іскри, підвищена температура, дим, знижена концентрація кисню) [13].

Для забезпечення протипожежної безпеки забезпечуємо стенди з засобами пожежогасіння (пісок, вогнегасники, лопати, лом, відро та ін.) на всіх дільницях.

					ФЛ81.8104.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Можливі причини виникнення пожежи в цеху: возгорання газів при плавленні сплавів, возгорання легко летучих матеріалів, коротке замикання. Для забезпечення протипожежної безпеки передбачені наступні заходи:

- навколо цеху розміщений зовнішній водопровід, який має гідранти, розташовані через 100 м;
- передбачені проїзdnі дороги;
- біля можливих місць виникнення пожежі розміщений такий інвентар: вогнегасники (як первинні засоби для боротьби з вогнем), а також: відра, ящики з піском, діжки з водою, лопати, пожежні ломи, багри, сокири, азбестове полотно;
- всі ємності з паливом та вибухонебезпечними речовинами ізолювані і розташовані на необхідній відстані від можливих джерел появи полум'я;
- на випадок виникнення пожежі передбачена сигналізація та прямий телефонний зв'язок з пожежною охороною.

Для ліквідації невеликих осередків пожежі, а також для гасіння пожежі початкової стадії їх розвитку силами персоналу об'єктів застосовуються первинні засоби пожежогасіння. До них відносяться: вогнегасники, пожежний інвентар, покривала з негорючого теплоізоляційного полотна, ящики з піском, бочки з водою, відра, лопати, гаки, ломи, сокири .

Електричні дроти, які зайнялися, необхідно гасити вогнегасниками ОП-1, ОП-2, ОП-5, ОП-10. Ліквідація заpalення проводиться при відключеній напрузі.

Згідно ДНАОП 0.00 – 1.32 – 01 ступінь вогнетривкості цеху – 3 години.

В цеху є зовнішній трубопровід, який має гідранти. Також передбачені проходи, проїзди. Кількість вогнегасників визначається із розрахунку 1 вогнегасник на 100м<sup>2</sup> площі цеху. Виходячи із площі цеху 252 м<sup>2</sup> , приймаємо 3 вогнегасника.

					ФЛ81.8104.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 10.8 Забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Відповідно до причин походження подій, що можуть зумовити виникнення НС на території України, розрізняються [13]:

1) НС техногенного характеру – транспортні аварії (катастрофи), пожежі, вибухи, аварії з викиданням (загрозою викидання) небезпечних та шкідливих хімічних та радіоактивних речовин, раптове руйнування споруд;

2) НС природного характеру – небезпечні геологічні, метеорологічні, гідрологічні явища, деградація ґрунтів чи надр, пожежі у природних екологічних системах, зміни стану повітряного басейну, інфекційна захворюваність та масове отруєння людей;

3) НС соціально-політичного характеру, пов'язані з протиправними діями терористичного і антиконституційного спрямування;

4) НС воєнного характеру, пов'язані з наслідками застосування звичайної зброї або зброї масового ураження, під час яких виникають вторинні чинники ураження населення. Тому кожного тижня відбуваються навчання з евакуації персоналу і регулярно проводяться навчання з надання першої медичної допомоги.

					ФЛ81.8104.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 11 БІЗНЕС-ПРОЕКТ

### 11.1 Команда

ДП, «Енергоатом» м. Київ

Лідер команди: Ніколаєв В.В. (студент)

Генератор ідей: Гурія І.М. (к.т.н., доцент)

Маркетолог: Зверев О.В. (студент)

### 11.2 Назва проекту

«Ливарний комплекс машинобудівного заводу та технологія виготовлення залізовуглецевих сплавів»

### 11.3 Короткий опис проекту

Розроблено Ливарний комплекс.

За видом проект відноситься до проектів «новий продукт на існуючий ринок». Споживчий сегмент – B2B.

### 11.4 Бізнес-модель

#### 11.4.1 Цінний продукт

Виготовлення виливків за моделями, що витоплюються

					ФЛ81мп.8104.1110.000		
Зм.	Анк.	№ докум.	Підпис	Лат	БІЗНЕС-ПРОЕКТ		
Розроб.		Зверев О.В.					
Перевір.		Гурія І.М.					
Т. Контр.							
Н. Контр.							
Затверд.					НТУУ «КПІ», ІФФ гр.ФЛ-81мп		
					Літ.	Арквш	Арквшів

#### 11.4.2 Сегмент споживачів

Споживачами запропонованого продукту можуть бути наступні промислові підприємства:

– ТОВ «МанКор»;

#### 11.4.3 Канали збуту

Використовуються прямі канали збуту. Безпосередній контакт з потенційними покупцями відбувається через візити та презентації ТЕП, що дають змогу більш детально ознайомитися з товаром. Також можливий контакт через тематичні та галузеві виставки та конференції. Збут товару здійснюється за допомогою інтернет-ресурсів.

#### 11.4.4 Взаємодія з споживачами

З конкретним споживачами взаємодія може відбуватися через особисті контакти, по телефону, електронній пошті; можливе застосування програм лояльності.

Із потенційними споживачами – через інформаційні інтернет-ресурси: сайт проекту, блог новин проекту, виставки, конференції.

#### 11.4.5 Дохід (монетизація)

Отримання доходу з продажу розробки, а також впровадження своєї технології виготовлення.

					ФЛ81мп.8104.1110.000	Анк.
Зм.	Анк.	№ докум.	Підпис	Дат		

#### 11.4.6 Ключові види діяльності

1) Наукова діяльність – це інтелектуальна творча діяльність, спрямована на одержання та використання нових знань. Основними її формами є фундаментальні та прикладні наукові дослідження.

2) Виробництво продукції – певний технологічний процес отримання виробів певної конфігурації та із заданими технологічними та механічними властивостями.

3) Маркетингова діяльність – являє собою творчу управлінську діяльність, завдання якої полягає в розвитку ринку товарів, послуг і робочої сили шляхом оцінки потреб споживачів, а також у проведенні практичних заходів для задоволення цих потреб.

#### 11.4.7 Ключові ресурси

Ключові ресурси можна поділити на:

- матеріальні: промислові приміщення, вихідні матеріали, фінансове забезпечення;
- інтелектуальні: технологія виготовлення продукції, охоронні документи (патенти), науково-технічні працівники.

#### 11.4.8 Ключові партнери

Ключовими партнерами є:

- підприємство, яке забезпечує виробничу базу;
- компанії з надання логістичних і маркетингових послуг;
- постачальники сировини та енергоресурсів для виробництва.

					ФЛ81мп.8104.1110.000	Анк.
Зм.	Анк.	№ докум.	Підпис	Дат		

#### 11.4.9 Витрати

Витрати на оренду промислових потужностей. Витрати на будівництва.

#### 11.5 Споживчі властивості товару

Отримана за цією технологією виробництва дозволяє отримати дешевший виріб для різних галузей виробництва, ніж аналогічні їй.

#### 11.6 Дослідження ринку

За результатами аналізу існуючого ринку продукції аналогічного призначення можна зробити висновок, що виготовлення деталей, які використовуються на сьогодні для виробництва виробів аналогічного призначення можуть програвати за грошовим еквівалентом, тобто бути дорожчими за наш виріб.

#### 11.7 Дослідження конкурентного оточення

Ймовірні конкуренти , Харківський бронетанковий завод (ХБЗ)

#### 11.8 Маркетингова стратегія просування

Маркетингова стратегія просування проекту складатиметься з:

- просування проекту в мережі Internet;
- участі у галузевих виставках та конференціях;
- проведення презентацій для потенційних покупців;
- зустрічей безпосередньо на підприємствах, які користуються запропонованою продукцією та проведення демонстрацій та «особистих продажів» виробів;

					ФЛ81мп.8104.1110.000	Анк.
Зм.	Анк.	№ докум.	Підпис	Дат		

– поступовим опануванням ринку України та виходом на міжнародний ринок.

## 11.9 Елементи фінансового плану

### 11.9.1 Опис бізнес-проекту

Мета проекту – отримання прибутку шляхом продажу виробів, виготовлених за розробленою технологією.

Актуальність проекту – створення конкуренто спроможності, яка дасть змогу зменшити затрати на використання її в інших галузях виробництва.

### 11.9.2 Опис товару/послуги/технології

Запропоновану ливарний комплекс, переваги його устаткування , можливості зміни діяльності за потреби.

### 11.9.3 Маркетинг та продаж

Цільовий сегмент – B2B.

Маркетингова стратегія просування проекту на початкових етапах включає в себе:

- просування проекту в мережі Internet;
- участь у галузевих виставках та конференціях;
- проведення презентацій для потенційних покупців.

Для продажу застосовуються прямі канали збуту:

- безпосередній контакт з потенційними покупцями;
- збут через інтернет-ресурси.

					ФЛ81мп.8104.1110.000	Анк.
Зм.	Анк.	№ докум.	Підпис	Дат		



#### 11.9.4 Фінансовий план

На поточному етапі існування проекту фінансовий план у необхідному обсязі не прораховувався.

Однак, розраховано, що заплановані інвестиції для впровадження у виробництво та виробництва готових виробів в межах одного підприємства-виробника становлять:

- оренда промислової потужності: 2900 \$
- відпрацювання технології в умовах виробництва: 5000 \$
- ресурс забезпечення: 5482 \$
- затрати на логістику, маркетинг, з/п: 6500 \$

Поточна ситуація по проекту:

- проект на стадії відпрацювання та удосконалення технології в лабораторних умовах;
- в наявності є дослідні зразки;

#### 11.9.5 Резюме

Проект призначений для виготовлення виробу в найлегший спосіб з найменшими затратам. Заплановані інвестиції для впровадження у виробництво на одному підприємстві становлять 19882 \$.

					ФЛ81мп.8104.1110.000	Анк.
Зм.	Анк.	№ докum.	Підпис	Дат		

## ВИСНОВКИ

Вирішені основні задачі проектування ливарного цеху машинобудівного заводу. Проведені розрахунки, які стосуються різних аспектів його діяльності.

Зокрема, вибрано однозмінний режим роботи усіх виробничих відділень цеху, визначені річні фонди часу роботи устаткування та робітників в усіх відділеннях.

Для випуску сталевих виливків, які мають масу від 0,53 кг до 100 кг, прийнято процес лиття в ПГФ та за моделями, що витоплюються.

В цеху встановлені індукційні печі для плавлення сталі. Ці печі мають високий коефіцієнт корисної дії, високу продуктивність і якість виплавленого металу, низький процент угару та шкідливих викидів у довкілля.

Розраховано кількість технологічного устаткування, визначено його розташування в цеху. Визначено склад допоміжних дільниць і служб ливарного цеху, площу лабораторій і допоміжних відділень.

Розраховано площі складів формувальних і шихтових матеріалів, вибрано їх розташування та компоновку.

В технологічній частині проекту розроблено технологію виготовлення виливків із залізовуглецевих сплавів.

					ФЛ81.8104.1110.000.ПЗ								
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата									
Розроб.		Зверев О.В.			ВИСНОВКИ				Літ.	Аркуш	Аркушів		
Перевір.		Гурія І.М.									13	103	
									НТУУ «КПІ», ІФФ				
Н. Контр.		Федоров Г.Є.											
Затв.													